

FoU-prosjekt

**Støy fra sandblåsing
og ultra høytrykk vannblåsing**

**Et samarbeidsprosjekt
mellom
Amoco Norway Oil Company,
Scana OT og
Sinus as**

FORORD

Et viktig element i HMS-strategien til Amoco Norway Oil Company, er aktiv involvering i kontraktørens arbeidsmiljø. Denne rapporten dokumenterer at arbeidstakere innen overflatebehandling er den mest støyeksponerte gruppen blandt offshorearbeidere. Dette er et arbeidsmiljøproblem som er felles for offshore- og onshoreindustrien. Det er vårt håp at rapporten vil bli lest og fulgt opp av partene i arbeidslivet.

Det ble på et tidlig tidspunkt i prosjektet klart at det ikke var verneutstyr på markedet som gav tilstrekkelig beskyttelse. Amoco Norway Oil Company igangsatte derfor også et prosjekt for utvikling og design av nytt verneutstyr. I designprosjektet er det, i tillegg til støybeskyttelse, tatt hensyn til faktorer som sikkerhet, ergonomi, kjemisk eksponering og brukerkomfort. Vår egen yrkeshygieniker Halvor Erikstein har vært initiativtaker og prosjektleder for prosjektene. En prototype er forventet å være ferdig mot slutten av året. Det videre utviklingsarbeidet fra prototype til kommersielt produkt, vil trolig bli organisert og finansiert gjennom OLF- og NHO- tilsluttede organisasjoner, med sterk medvirkning fra arbeidstagersiden.

Støystudien startet vinteren 1997, og delresultater har vært kommunisert så snart de har vært tilgjengelige. Resultater fra studien er presentert på flere konferanser og i yrkeshygieniske fora. Studien ble på et tidlig tidspunkt gjort kjent gjennom omtale i Amoco sitt magasin A-moment. Den alvorlige støyeksponeringen var derfor et viktig tema på to-dagers HMS-seminarer arrangert høsten 1997 for alle som da arbeidet i Scana OT på Valhall. Alle seminardeltagerne ble også utstyrt med formstøpte øreplugger.

Den endelige rapporten inneholder, i tillegg til anbefaling om utvikling av nytt verneutstyr, en rekke anbefalinger om strakstiltak som Amoco Norway Oil Company vil følge opp. Dette er tiltak som går på forbedring av dagens utstyr, en grundig audiometriundersøkelse av alle innen overflatebehandling på Valhall, samt mer informasjon til de eksponerte arbeidstakerne.

15. oktober 1998

Håkon A. Ørn
Kvalitets-, helse-, miljø- og sikkerhetsdirektør

Rapport : 1815-ODN.DOC
Dato : 08.09.98
Antall sider : 25
Antall vedlegg : 2

AMOCO-PROSJEKTET – STØY FRA SANDBLÅSING

Oppdragsgiver: Amoco Norway Oil Company

SAMMENDRAG

Målsetningen med prosjektet har vært å beregne hvilket støynivå personell som arbeider med henholdsvis sandblåsing og ultrahøytrykksspyling blir eksponert for. Tre forskjellige komponenter som gir bidrag til den totale støyen er studert:

- Støy fra sandblåsing med ulike dyser, sandtyper og mengder, samt ulik blåseavstand og utforming av arbeidsstykke.
- Støy fra lufttilførselen til masker/hjelmer
- Dempeeffekt av masker, hjelmer og innerhetter

Den totale støybelastningen varierer fra 95 - 110 dBA ved bruk av det mest vanlige verneutstyret i Norge, Viking-masken. Støybidraget fra frisklufttilførselen alene kan bli over 100 dBA inne i masken. Hjelmene som ble kontrollert gir mindre demping av støyen utenfra enn maskene. Selv ved bruk av øreplugger vil det være risiko for hørselsskader.

Støy fra ultrahøytrykksspyling kan bli enda høyere enn sandblåsingsstøyen. Her ble det målt verdier helt opp til 110 - 130 dBA. Verneutstyret er dårligere og risikoen for hørselsskader er følgelig enda større.

Arbeid med sandblåsing og UHT-høytrykksspyling vil øke forekomsten av hørselsskader blant personellet. Tiltak for å redusere støyen må derfor vurderes. Personellet bør gjennomgå grundige audiometriundersøkelser. Det er stort behov for utvikling av ny teknologi innenfor blåseutstyr og støyreducerende verneutstyr.

Rune Harbak

Rune Harbak

INNHALDSFORTEGNELSE

1.0	INNLEDNING.....	4
1.1	Målsetning.....	4
1.2	Generell prosjektbeskrivelse	4
1.3	Forventede variasjoner i støynivå.....	5
1.4	Metoder	5
1.5	Måleutstyr.....	6
2.0	STØY FRA SANDBLÅSING	7
2.1	Måleprosedyre.....	7
2.2	Undersøkte variable.....	8
2.3	Måleresultater	9
2.4	Vurdering av resultater - sammendrag	12
3.0	STØY FRA FRISKLUFTSLANGE.....	14
3.1	Måleprosedyre.....	14
3.2	Beskrivelse av masker, hjelmer og innerhetter	14
3.3	Måleresultater	15
3.4	Vurdering av resultater	16
4.0	LYDDEMPING I MASKER OG HJELMER	17
4.1	Måleprosedyre.....	17
4.2	Støyspektrum for beregning av innskuddsdemping.....	17
4.3	Beskrivelse av masker og hjelmer	17
4.4	Måleresultater	18
4.5	Støy fra reflekterte partikler.....	18
4.6	Vurdering av resultater	19
5.0	OPPSUMMERING, SANDBLÅSINGSMÅLINGER.....	20
5.1	Støyeksponering uten øreplugg	20
5.1	Støyeksponering med øreplugg	20
5.4	Konklusjon, støyeksponering fra sandblåsing	21

6.0	ULTRAHØYTRYKKSSPYLING	22
6.1	Måleprosedyre.....	22
6.2	Vurderte parametre	22
6.3	Måleresultater	23
6.4	Vurdering av resultater	23
6.5	Støyeksponering.....	23
7.0	MULIGE TILTAK FOR STØYREDUKSJON	24
7.1	Sandblåsing	24
7.2	Ultrahøytrykksspyling.....	24
8.0	OPPFØLGING.....	24
	REFERANSER.....	25

VEDLEGG

1.0 INNLEDNING

1.1 Målsetning

I de siste årene er det satt et stadig økende fokus på arbeidsmiljø. Ett viktig aspekt ved arbeidsmiljøet er støynivået man eksponeres for på arbeidsplassen, både offshore og på land.

Arbeidsmiljøet i offshorevirksomhet i den norske sektoren er regulert av "Forskrift om systematisk oppfølging av arbeidsmiljøet i petroleumsvirksomheten". Dette regelverket spesifiserer maksimalverdier for støy i arbeidsmiljø og krav til verneutstyr. Her heter det bl.a. at arbeidstakere ikke skal utsettes for støy som overskrider et 12-timers normert ekvivalentnivå på 83 dBA, eller øyeblikksverdier som overskrider 130 dBC. Det kreves generelt at personlig verneutstyr skal være hensiktsmessig i forhold til de farer som skal forebygges uten selv å føre til økt risiko. Utstyret skal være tilpasset arbeidsplassen og den enkelte bruker.

Amoco Norway Oil Company v/ Halvor Erikstein gjennomførte høsten 1996 enkle støymålinger som ga alarmerende resultater. Man fikk sterk mistanke om at støynivået den enkelte arbeidstaker blir utsatt for i forbindelse med sandblåsing og ultrahøytrykksspyling er for høyt. Amoco Norway Oil Company (ANOC) har derfor startet et prosjekt der man bl.a. skal studere hvilke støynivåer arbeidstakere i disse prosessene blir eksponert for. Prosjektgruppen har bestått av medarbeidere fra Amoco, Scana Offshore Technology AS og Sinus as.

1.2 Generell prosjektbeskrivelse

For sandblåsing ble følgende støybidrag undersøkt:

- Støy fra sandblåsing med ulike dyser, sandtyper og sandmengder. Her har også innvirkningen av avstand til og utforming av arbeidsstykket for sandblåsing blitt undersøkt.
- Støy fra lufttilførselen til masker/hjelmer
- Dempeeffekt fra masker, hjelmer og hetter

Beskyttelseeffekten av øreplugger har blitt undersøkt flere ganger tidligere, og er derfor ikke et tema i denne rapporten.

To ulike ultrahøytrykksspylingssystemer har blitt undersøkt mht. støygenerering. Begge systemene ble testet på arbeidsstykker av ulik utforming. Under ultrahøytrykksspyling blir det benyttet vanlig hørselsvern.

Støymålingene har blitt foretatt av Sinus as. De fleste målingene av støy fra sandblåseutstyret er gjort i Scana Offshore Technology's sandblåsingsanlegg i Dusavik, Stavanger.

Dempeeffekten av masker og hjelmer ble målt i Sinus' lokaler i Stavanger.

Støymålingene fra ultrahøytrykksspyling er gjennomført ved Hoppestad AS' anlegg på Voll.

De undersøkte dysene så vel som verneutstyret er kommersielt tilgjengelig utstyr som er aktuelt for bruk på kontinentalsokkelen. Vi har testet både utstyr som er vanlig i bruk pr. i dag og utstyr som er nytt på det norske markedet.

1.3 Forventede variasjoner i støynivå

En rekke forskjellige parametre virker inn på støynivået fra sandblåsing. Den overordnede målsetningen for dette prosjektet har vært å avklare aktuelle støynivåer, etablere en forståelse av hvordan denne støyen oppstår og undersøke hvordan den varierer med forskjellige parametre.

Under målingene har derfor bare en parameter blitt forandret pr. måleserie, for å kunne registrere dennes påvirkning på det totale støynivået.

Vi har valgt å gjennomføre et stort antall målinger med justering av ulike parametre enkeltvis pr. måling, snarere enn å undersøke konfidensnivåer for et begrenset antall faktorer. Variasjonene i støynivået ved forandring av inngangsverdiene på denne måten er imidlertid som forventet ut fra de erfaringer Sinus AS har med sandblåsingsstøy fra tidligere. Dette tyder på at målingene tross alt har et relativt høyt konfidensnivå.

Støygenerering under sandblåsing og ultrahøytrykksspyling er en svært kompleks prosess. Støynivået vil generelt variere fra en situasjon til en annen. Resultatene fra målingene i dette prosjektet skulle imidlertid, p.g.a. det store antallet målinger, gi et godt grunnlag for å fastslå hvorvidt de undersøkte støynivåene generelt overskrider de anbefalte maksimumsgrensene. De målte nivåene gir også et grunnlag for å vurdere risikoen for hørselsskader, selv om usikkerheten for enkelte målinger er opp til 3 - 5 dBA. .

1.4 Metoder

De fleste målingene er to-kanals støymålinger. Dette gir også muligheter til å beregne lydeffektnivå og/eller innskuddsdemping. Alle resultater i selve rapporten er oppgitt som dBA-verdier. Oktavbåndverdier i området 31,5 - 8000 Hz er gitt i vedlegg til originalrapporten. Interesserte kan henvende seg til SINUS AS for mer informasjon om oktavbåndsverdier.

Målt blåsestøy (sand og UHT) er representert med lydeffektnivåer. En forklaring på relasjonen lydtryknivå - lydeffektnivå er gitt i kap. 2.1.

Målt støy fra lufttilførsel er representert med lydtryknivåer. Lydtryknivået tilsvarer støynivået en vil være eksponert for uten bruk av hørselsvern.

Dempingen i masker, hjelmer og hetter er representert med et dB-tall som angir effektiv reduksjon i støynivå. Innskuddsdempingen i dBA for masker/hjelmer er funnet ved å subtrahere frekvensverdiene for lydempingen fra et valgt spektrum for sandblåsingsstøy

1.5 Måleutstyr

Ved støymålinger har følgende utstyr blitt benyttet:

- Brüel & Kjær 4100 Head and Torso simulator
- Brüel & Kjær 4165 Mikrofon
- Brüel & Kjær 2639T Mikrofonforsterker
- Norsonic 811L Høytaler
- Norsonic 830 Tokanals sanntidsanalysator
- Norsonic 1220 Mikrofon
- Norsonic 1201 Mikrofonforsterker
- Sony TCD-D8 DAT-spiller

I tillegg ble kalibreringsnivåene kontrollert regelmessig med en Brüel & Kjær 4231 kalibrator. Alt måleutstyr har gyldige kalibreringssertifikater fra godkjente laboratorier.

2.0 STØY FRA SANDBLÅSING

2.1 Måleprosedyre

Resultatene er framkommet ved måling av lydtryknivå i et diffust lydfelt i et semi-reverberant rom (sandblåsingshall) med et volum på 2700 m³.

Støynivået på den enkelte arbeidsplass vil avhenge av omgivelsene. Støynivået vil f.eks. være lavere i åpent rom enn i nærheten av reflekterende flater. Nivået vil være særlig høyt i små rom, tanker o.l. For å muliggjøre sammenligning av nivåer er resultatene derfor presentert som lydeffektnivåer. Lydeffektnivået angir utstrålt lydenergi pr. tid, og avhenger dermed ikke av omgivelsene.

For å bestemme lydeffektnivå målte vi lydtryknivå i diffust lydfelt. Lydtryknivået ble målt i to posisjoner. Deretter ble det målt etterklangstid i de samme posisjonene. Effektivt absorpsjonsareal kan da beregnes ut fra etterklangstid og romvolum.

Etter dette kan lydeffektnivået beregnes ut fra følgende enkle ligning:

$$L_w = L_p + 10 \log \frac{4}{A}$$

L _w	Lydeffektnivå [dB]
L _p	Lydtryknivå [dB]
A	Effektivt absorpsjonsareal [m ²]

En relativt stor avstand ble valgt mellom måleposisjonene og fra støykilden, av to grunner:

1. For å oppnå en måleposisjon der små forandringer i lydildens plassering ville ha liten innflytelse på de målte verdiene
2. For å beskytte mikrofonene mot sand som ble reflektert fra arbeidsstykkene.

Ligningen over skulle gi et konservativt estimat av lydeffektnivået i og med at det er valgt en relativt stor måleavstand. Det ble derfor undersøkt i hvilken grad estimatene for lydnivåer kunne bli for lave. Dette ble gjort ved å benytte hvit støy som lydkilde, og beregne tilhørende lydeffektnivå ut fra ISO 3746 og beregningsmetoden over. Det kom fram at det totale A-veide lydeffektnivået kan bli 1 - 2 dBA for lavt i denne sammenheng.

2.2 Undersøkte variable

For å studere faktorene som bidrar til det totale støynivået, ble følgende parametre variert:

- Ulike typer/utførelser av stålarbeidsstykker
- Avstand mellom dyse og arbeidsstykke
- Ulike typer dyser
- Sandmengde
- Ulike typer stålsand

Ulike typer stålarbeidsstykker

Målinger ble utført på følgende typer arbeidsstykker:

- plate
- H-bjelke
- rør
- L-formet stiver (montert på stålplate)

Alle disse arbeidsstykkene er del av et prøvestykke brukt til svenneprøven for sandblåsere. Se vedlegg 1.

Det ble også målt støynivå av sandblåsing uten noe arbeidsstykke. Dette for å fastslå støyen fra selve dysen.

Avstand mellom dyse og arbeidsstykke

For å vurdere hvorvidt støynivået er avhengig av avstand mellom dyse og arbeidsstykke, ble det gjennomført støyttester med tre ulike avstander.

Disse avstandene var 40, 60 og 80 cm.

Ulike typer dyser

Tre forskjellige typer dyser ble testet for å undersøke støyvariasjon:

- Standard Venturi, 11 mm
- Double Venture, 11 mm
- Wide throat, 11 mm

Alle disse dysene er produsert av Boride products.

Både Standard Venturi og Wide Throat-dysene har en venturi-formet innside.

Double Venturi har i tillegg et sett med huller rundt midten/senteret av dysen. Disse hullene slipper gjennom luft som danner en kappe som omgir sandstrømmen. Dette tjener til å redusere forskjellen i lufthastighet mellom jet-strømmen og den omkringliggende luften, noe som reduserer støyen.

En skisse av dysene Wide Throat og Double Venturi er vist i vedlegg 2.

Sandmengde

Innledende støymålinger indikerte at støyen kan være sterkt avhengig av hvilken sandmengde som benyttes. Det ble derfor gjennomført en serie målinger for å studere denne effekten nærmere. Sandmengden ble variert fra 20 - 30 kg/min.

Ulike typer sand

Den siste parameteren som ble undersøkt er hvilken type sand som benyttes. Tre forskjellige typer sand ble testet:

- Stålsand GH40
- Grit (bare én type ble testet, ”storgrit”, som antas å være representativ for disse typene stålsand)
- Garnet

Stålsanden benyttet i testen er resirkulert. Det ble gjort noen ekstra målinger med ny stålsand. Disse resultatene er kommentert i kapittel 2.5. Hvis ikke annet er nevnt er sandtypen resirkulert GH40 i de følgende forsøkene.

2.3 Måleresultater

Ulike typer arbeidsstykker

Målingene ble gjennomført med en Standard Venturi 11 mm. dyse og resirkulert stålsand GH40. Avstanden mellom dyse og arbeidsstykke var 60 cm.

Følgende verdier for lydeffektnivå ble funnet:

Sandblåsingsarbeidsstykke	Plate	H-bjelke	Rør	Ikke noe arbeidsstykke
Lydeffektnivå dBA	111 dBA	112 dBA	112 dBA	109 dBA

Frekvensspekteret for alle målingene er typisk dominert av området 1000 – 8000 Hz.

Målingene er foretatt med tilnærmet konstant sandmengde. Denne størrelsen er imidlertid ikke kontrollmålt underveis.

Med denne dysen (som forøvrig er det som er mest vanlig i bruk) kan vi konkludere med følgende:

Støynivået er uavhengig av hvilket arbeidsstykke sandblåsingen utføres på. Den hørbare endringen i støyens karakter er forårsaket av en forandring av støyens frekvensspektrum, og ikke en forandring av det totale nivået. Støyen generert fra sanden som treffer arbeidsstykket er i størrelsesorden tilsvarende støyen generert fra dysen, på denne avstanden og med denne mengden resirkulert stålsand.

Avstand mellom dyse og arbeidsstykke

Målingene ble gjennomført med en Standard Venturi dyse og stålsand. Lydtrykknivåene for de tre ulike distansene er vist i tabellen under:

Avstand	Plate	H-bjelke	Rør
40 cm	111 dBA	116 dBA	-
60 cm	111 dBA	112 dBA	112 dBA
80 cm	111 dBA	112 dBA	-

Variasjon av avstanden mellom dyse og stålarbeidsstykke har ingen signifikant innflytelse på den genererte støyen. Arbeidsstykker med spisse hjørner kan imidlertid gi høyere støynivå, særlig på kort avstand.

Ulike typer dyser

Målingene er utført ved bruk av stålsand, og i to ulike situasjoner, hhv. sandblåsing mot en plate og sandblåsing inne i en L-formet stiver.

Sandmengden varierer noe i de tre tilfellene. Dette skulle imidlertid ikke ha noen vesentlig innflytelse på de målte lydeffektnivåene.

Arbeidsstykke (sandmengde =>)	Standard Venturi (31 kg/min)	Double Venturi (33 kg/min)	Wide throat (32 kg/min)
Plate	116 dBA	110 dBA	115 dBA
L-formet stiver	117 dBA	111 dBA	117 dBA

Nivåene i denne og de følgende tabellene er litt høyere enn de tidligste målingene. Dette skyldes at måleavstanden på dette tidspunktet ble justert noe ned. Dette gir noe mer eksakte (mindre konservative) verdier (ref. avsnitt 2.1).

Double Venturi-dysen genererer vesentlig mindre støy enn de to andre typene. Lavstøydesignen bidrar altså til å redusere støynivået, også når sanden treffer arbeidsstykket.

Sandmengde

Normalt måles ikke sandforbruket under sandblåsing. Sandblåserne justerer mengden til det de mener gir mest effektiv rensing. Tall på forbruk hentes fra erfaringsdata over tid.

Disse målingene ble gjennomført etter at det ble oppdaget at to ulike personer forårsaket store variasjoner i støynivået pga. at hver av dem justerte sandmengden til det nivået hver av dem var mest komfortabel med (alle øvrige faktorer var uforandret). Man opplevde forskjeller i støynivå på opp til 10 dBA.

Målingene er utført for alle de tre typene dyser, og med en stålplate som arbeidsstykke.

Sandmengde	Standard Venturi	Double Venturi	Wide throat
Uten sand	123 dBA	120 dBA	125 dBA
24 kg/min	-	112 dBA	117 dBA
31/33/32 ^{*)} kg/min	116 dBA	110 dBA	115 dBA

^{*)}31, 33 and 32 kg/min for henholdsvis Standard Venturi, Double Venturi og Wide throat

En sandmengde på 33 kg/min for Double Venturi er litt i overkant av det vanlige ved normalt bruk. Sanden hadde en tendens til å klumpe seg i kontrollventilen, der sanden passerer på vei inn i slangen.

Man bør her merke seg at sandmengden som er gjengitt i tabellen ovenfor refererer til mengden som ble benyttet i løpet av målingen. Denne verdien er følgelig langt høyere enn det som vil være gjennomsnittlig sandforbruk for et skift.

25 - 30 kg/min. er antatt å være normalt for "shop blasting". Dette tilsvarer en sandmengde på 20 - 25 kg/m².

Tabellen overfor viser at støyen øker med synkende sandmengde. En måling, gjennomført med svært liten sandmengde (trolig lavere enn 20 kg/min), viste støynivåer tett opptil de verdiene som ble målt uten bruk av sand i det hele tatt (dette forholdet er imidlertid ikke tatt med i målerapporten siden sandmengden ikke ble målt eksakt). Hvis man benytter lite sand, vil trolig også gjennomsnitts støynivå i løpet av et skift øke betraktelig.

Ulike typer sand

Målingene er gjennomført ved bruk av to typer dyser (Standard Venturi og Double Venturi), og med to ulike typer arbeidsstykker (stålplate og L-formet stiver).

Plate

Sandtype	Stålsand, GH40	Grit	Garnet
Standard Venturi	116 dBA (31 kg/min)	123 dBA (20 kg/min)	114 dBA (25 kg/min)
Double Venturi	112 dBA (24 kg/min)	119 dBA (19 kg/min)	112 dBA (21 kg/min)

L-formet stiver

Sandtype	Stålsand, GH40	Grit	Garnet
Standard Venturi	117 dBA (31 kg/min)	123 dBA (20 kg/min)	116 dBA (25 kg/min)
Double Venturi	111 dBA (24 kg/min)	119 dBA (19 kg/min)	117 dBA (21 kg/min)

I dette tilfellet viste det seg vanskelig å holde sandmengden stabil gjennom alle målingene. Det er imidlertid uansett naturlig at mengden endres noe når sandtypen forandres. F. eks. Garnet er en sandtype med svært høy tetthet, spesielt beregnet på redusert sandmengde.

Grit viste seg å være den mest "støyende" av de sandtypene vi testet. Støy generert ved bruk av Star grit ligger 6 - 9 dBA høyere enn tilsvarende verdier for vanlig stålsand. Noe av forskjellen kan likevel skyldes litt redusert sandmengde i dette tilfellet.

Resultatene fra målingene tyder ikke på noen signifikant forskjell i støynivå ved bruk av hhv. resirkulert stålsand og Garnet. Enkelte målinger (som ikke er presentert her) tydet imidlertid på at ny stålsand genererer et støynivå som kan være 5 - 6 dBA høyere enn det som er tilfellet når resirkulert stålsand benyttes. Dette kommer trolig av forskjeller i størrelse og overflate for partiklene. Den kantete fasongen er trolig også årsaken til at grit støyer mer.

2.4 Vurdering av resultater - sammendrag

Resultatene fra disse målingene indikerer at det særlig er tre faktorer som er av betydning for støynivået i de gitte situasjonene. Disse faktorene er:

- Hvilken type dyse som benyttes
- Sandmengde
- Hvilken type sand som benyttes

Hvilket arbeidsstykke som sandblåses og avstanden til dette er altså av mindre betydning. Forandringene i støyen som observeres ved forandringer av disse to variablene skyldes dermed mest sannsynlig forandring i støyens frekvensspekter, og ikke i dens nivå.

Den “nye” Double Venturi-dysen genererer et støynivå som ligger 3 - 5 dBA under tilsvarende verdier for Standard Venturi-dysen, som forøvrig er det mest utbredte i Norge pr. i dag. Følgelig medfører den skjermende luftstrømmen en vesentlig reduksjon i støyen.

Redusert sandmengde medfører økt støy. Måleresultatene tyder på at generert støy øker med minst 2 dBA når sandmengden reduseres med 30 - 35 %. Denne verdien kan imidlertid ofte være høyere, noe vi erfarte under flere av målingene.

3.0 STØY FRA FRISKLUFTSLANGE

3.1 Måleprosedyre

Støynivået fra friskluftslangen ble målt ved å benytte en Head&Torso-simulator fra Brüel & Kjær, som var iført forskjellig verneutstyr. Denne simulatoren er formet som et menneskes hode og overkropp. Den er utstyrt med en 1/2" mikrofon i hvert øre. Støynivået ble målt direkte ved å benytte en to-kanals sanntids analysator.

Målingene ble foretatt med et trykk på 6 bar i friskluftanlegget, forøvrig det samme trykket som benyttes ved sandblåsing. Sandblåsingsystemet og friskluftanlegget har felles luftforsyning, med luften til friskluftanlegget ledes gjennom en separat tank og et eget rensesystem.

Støyen fra friskluftslangen ble testet for fem forskjellige masker og for hjelmer av tre forskjellige fabrikater.

Alle maskene og hjelmene gjennomgikk tester med ulik luftgjennomstrømning, som kontrolleres av en lokal ventil bak på sandblåserens rygg. Ventilen er vanligvis halvåpen i vinterhalvåret og helt åpen om sommeren (pga. behov for ekstra nedkjøling).

Det ble foretatt målinger av diverse masker og hjelmer med ulike innerhetter.

Målingene ble foretatt på området til Scana offshore technology i Dusavika.

3.2 Beskrivelse av masker, hjelmer og innerhetter

Masker og hjelmer

Det ble foretatt tester av følgende masker og hjelmer:

Navn	Modell	Type	Produsent
Arbin	Commander	Hjelm	Arbin Veiligheid BV
Apollo	50	Hjelm	Clemco International GmbH
Apollo	60	Hjelm	Clemco International GmbH
Viking	Type KG	Maske	Clemco Norge AS
Viking	Safe-Blast	Maske	Clemco Norge AS

Arbin Commander-hjelmen består av et relativt lett materiale (vendor info) med en antistatisk gummioverflate. Hjelmen er utstyrt med en PVC-belagt polyesterkappe fra hjelm til skuldre. Begge Apollo-hjelmene er laget av HDPE-polyetylen. Kappen er laget av 400-430 denier med flatevekt 182 - 198 kg/m² og DWR finish. Disse typene Apollo-hjelmer er i tillegg utstyrt med absorberende materiale ved ørene.

Viking-maskene er laget av polyuretan. Framsiden av maskene har et dobbelt lag av polyuretan med skumgummi mellom.

Innerhetter

Vi testet tre forskjellige hetter med hensyn til støyreduksjon ved ørene. Alle hettene er laget av bomull eller av en kombinasjon av bomull og syntetiske fibre. Hettene har påsydd puter som skal dekke ørene.

Det som hovedsakelig skiller hettene fra hverandre er i hvilken grad de kan tilpasse seg ulike hodeformer. Hette nr. 1 ligger tett inntil hodet og er utstyrt med elastiske remmer for å kunne tilpasse seg ulike hodeformer og størrelser.

Hette nr. 2 sitter svært løst rundt hodet og har ingen elastiske remmer. Putene er montert så lavt at de i mange tilfeller vil være under ørehøyde. Hetten er ikke særlig godt egnet for bruk under en maske eller hjelm.

Hette nr. 3 er noe løsere enn hette nr. 1, men er bedre enn nr. 2. Den har heller ingen elastiske remmer. Under testen hadde hette nr. 3 i enkelte situasjoner en tendens til å "blåse av hodet" p.g.a. luft som strømmet inn i masken.

3.3 Måleresultater

Følgende støynivåer ble målt inne i hjelmene med ulike luftstrømmer:

Hjelm/maske	Ventilåpning	Hette	Støynivå
Arbin Commander	Minimal	ingen	93 dBA
	Halvt åpen	ingen	102 dBA
	Åpen	ingen	103 dBA
	Åpen	nr. 1	100 dBA
Apollo 50	Minimal	ingen	85 dBA
	Halvt åpen	ingen	87 dBA
	Åpen	ingen	88 dBA
Apollo 60	Low	ingen	86 dBA
	High	ingen	88 dBA
	High	nr. 1	81 dBA

Forts.:

Hjelm/maske	Ventilåpning	Hette	Støynivå
Viking Type KG	Minimal	ingen	102 dBA
	Halvt åpen	ingen	107 dBA
	Åpen	ingen	109 dBA
	Åpen	nr. 1	98 dBA
	Åpen	nr. 3	106 dBA
Viking Safe-Blast	min	ingen	99 dBA
	Halvt åpen	ingen	102 dBA
	Åpen	ingen	106 dBA
	Åpen	nr. 3	94 dBA

3.4 Vurdering av resultater

Støynivåene på innsiden av de to Apollo-hjelmene er vesentlig lavere enn i Arbin Commander-hjelmen og Viking-masken.

Apollo-hjelmene har en luftkontrollventil som er noe annerledes enn Arbin Commander-hjelmen og Viking-masken. I tillegg er tverrsnittet på røret fra ventilen noe større for de to typene Apollo-hjelmer. Apollo-hjelmenes friskluftsystem har dermed en lavere gjennomstrømningshastighet enn de to andre tilsvarende systemene.

Viking Safe Blast-masken har blitt testet av Forsvarets Forskningsanstalt i Sverige med hensyn på støy fra friskluftsystemet. Testen ble gjennomført med et trykk på 3,5 bar. Det gjennomsnittlige støynivået inne i masken var da 81 dBA når ventilen var innstilt på minimum luftgjennomstrømning. Det er ikke oppgitt hvordan målingen ble utført.

Støynivået ved 3,5 bar er 18 dBA lavere enn ved 6 bar. Beregning av støyen generert av luftgjennomstrømningen indikerer at forskjellen i nivåer korresponderer med forskjellen i trykk. Man bør derfor være oppmerksom på den vesentlige støyreduksjon som kan oppnås ved å redusere trykket, samtidig som luftgjennomstrømningen selvfølgelig må holdes på et tilfredsstillende nivå.

4.0 LYDDEMPING I MASKER OG HJELMER

4.1 Måleprosedyre

Lyddempingen i masker og hjelmer ble målt ved å benytte en Head & Torso-simulator fra Bruel & Kjør.

Målingene ble foretatt i Sinus AS' lokaler. Støynivå ble målt ved hvert av "ørene", med bruk av rosa støy som eksitasjonssignal. Støynivået uten hjelm eller verneutstyr ble benyttet som referansesignal. Den målte lyddempingen kan dermed betraktes som en innskuddsdemping.

4.2 Støyspektrum for beregning av innskuddsdemping

Head & Torso-simulatoren ble iført ulike arbeidsantrekk, masker og hjelmer.

Innskuddsdempingen i hvert oktavbånd fra 31,5 til 8000 Hz tilsvarer differansen i støynivå med og uten masker/hjelmer og hetter. For å stipulere en relevant dBA-verdi for lyddempingen er innskuddsdempingen subtrahert fra et representativt støyspektrum for sandblåsing. Følgende frekvensspekter har blitt valgt:

Frekvens	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dBA
Støynivå	59	73	81	90	101	109	114	114	108	118

Det totale støynivået kan virke svært høyt. Slike nivåer kan imidlertid oppstå når man arbeider i små rom, eller når flere sandblåsere arbeider ved siden av hverandre.

4.3 Beskrivelse av masker og hjelmer

De ulike typene masker, hjelmer og hetter er beskrevet i kapittel 3.2.

Ulike modifikasjoner ble også testet for å vurdere kritiske deler av utstyret og for å vurdere mulige forbedringer.

4.4 Måleresultater

Lyddempingen for de ulike hettene, maskene og hjelmene er vist i tabellen under:

Hjelm/maske	Hette	Lyddemping	Kommentarer
Arbin Commander	ingen	10 dBA	
Arbin Commander	nr. 3	12 dBA	
Arbin Commander	ingen	15 dBA	Ekstra kappe av presenningsstoff (ett ekstra lag)
Apollo 50	ingen	13 dBA	
Apollo 60	ingen	14 dBA	
Apollo 60	nr 3	13 dBA	
Viking Type KG	ingen	12 dBA	
Viking Type KG	ingen	16 dBA	Hetten var knyttet tett inntil overkroppen for å forhindre lydlekkasje mellom kropp og kappe.
Viking Safe-Blast	ingen	14 dBA	Ny maske
Viking Safe-Blast	ingen	14 dBA	Brukt maske
Viking Safe-Blast	nr 1	15 dBA	
Viking Safe-Blast	nr 2	17 dBA	
Viking Safe-Blast	nr 3	14 dBA	
Viking Safe-Blast	Ja	15 dBA	Med hette fra en støvkjeledress som benyttes i verkstedet.

(For kommentarer til resultatene - se kapittel 4.6)

4.5 Støy fra reflekterte partikler

Glasset i Viking-maskene skiftes regelmessig pga. slitasje etter sandblåsing. Hovedgrunnen til denne slitasjen er trolig sand som kastes tilbake fra arbeidsstykket for sandblåsing. Ut fra dette virket det naturlig å undersøke hvorvidt sandpartiklenes kollisjon med glassene bidrar til å øke støynivået inne i masken.

Denne effekten ble undersøkt ved å plassere en 1/2 " mikrofon inne i masken under en måling av sandblåsing på stålplate. Gjennom deler av testen ble masken tildekket med et lag av myk gummi, slik at sanden ikke skulle treffe masken og glasset.

Denne målemetoden gir muligens ikke helt realistiske verdier for støynivåene, men den skulle uansett gi en klar indikasjon på hvorvidt sandpartikler som treffer masken bidrar til å øke støynivået inne i den.

Følgende støynivåer ble målt inne i masken:

Målesituasjon	Nivå inne i masken
Ingen sandblåsing - bare luftstrøm	105 dBA
Sandblåsing - beskyttelse mot sandpartikler	107 dBA
Sandblåsing - ingen beskyttelse	107 dBA

Denne isolerte testen ga altså ingen indikasjoner på at sandpartikler som treffer masken bidrar til å øke støynivået inne i den.

4.6 Vurdering av resultater

Lyddempingen for de ulike maskene og hjelmene varierer fra 10 – 14 dBA uten bruk av innerhette, og fra 12 – 17 dBA med bruk av innerhette.

Lyddempingen for maskene er noe bedre enn for hjelmene. Dette er særlig merkbart i 1000 Hz-oktavbåndet, der innskuddsdemping er 10 – 12 dB bedre for maskene enn for hjelmen med dårligst demping (Commander-hjelmen).

Hovedårsaken til denne forskjellen er trolig lydlekkasje gjennom kappen mellom hjelm og skuldre. Hjelmen er gjennomgående laget av et mer solid materiale enn kappene.

Innskuddsdemping for Commander-hjelmen økte med 5 dBA da den ble påmontert en tilpasset og tykkere kappe (se linje 1 og 3 i tabellen på forrige side).

Lyddempingen økte generelt for både masker og hjelmer ved bruk av en innerhette. Dempingen økte generelt med 2-3 dBA. Økningen er imidlertid høyere i 4 kHz og 8 kHz-oktavbåndene. I 4 kHz-båndet er forbedringen på 12 – 15 dBA; i 8 kHz-båndet er den enda større.

5.0 OPPSUMMERING, SANDBLÅSINGSMÅLINGER

5.1 Støyeksponering uten øreplugger

I følge gjeldende norske forskrifter skal støynivå vurderes uten å ta stilling til effekten av hørselsvern. Støynivåene en person kan utsettes for er presentert i tabellen under. Disse nivåene gjelder ved arbeid i små rom eller for eksempel i situasjoner med flere sandblåsere i arbeid innenfor et begrenset område.

	Støy fra sandblåsing	Støy fra luftslange	Totalt støynivå
Referansenivå	118 dBA	-	118 dBA
Arbin Commander	109 dBA	103 dBA	110 dBA
Arbin Commander + hette	106 dBA	100 dBA	107 dBA
Clemco Apollo 60	105 dBA	88 dBA	105 dBA
Clemco Apollo 60 + hette	105 dBA	81 dBA	105 dBA
Viking Safe-Blast	104 dBA	105 dBA	108 dBA
Viking Safe-Blast + hette	103 dBA	94 dBA	105 dBA
Viking Type KG	105 dBA	109 dBA	108 dBA

Legg merke til at støynivået inne i masken var 107 dBA under testen av effekten av reflekterte partikler, selv om disse partiklene ikke representerte noe registrerbart bidrag til støynivået.

Selv om denne testen ble utført forenklet med bare én mikrofon plassert under en Viking-maske, bekrefter denne målingen summen av bidrag (totalt støynivå) i tabellen.

5.1 Støyeksponering med øreplugger

Man vil altså være nødt til å benytte en eller annen form for hørselsvern for å beskytte hørselen. Den eneste eksisterende muligheten som får plass innenfor verneutstyret er øreplugger.

15 dBA lyddemping for øreplugger kan betraktes som en akseptabel verdi i praktisk bruk.

Tabellen under viser støyeksponeringen dersom personellet benytter øreplugger:

	Støy fra sandblåsing	Støy fra luftslange	Total støy
Støynivå uten maske og øreplugger	118 dBA	-	118 dBA
Arbin Commander	94 dBA	87 dBA	95 dBA
Arbin Commander + hette 3	92 dBA	85 dBA	93 dBA
Clemco Apollo 50	91 dBA	70 dBA	91 dBA
Clemco Apollo 60	90 dBA	70 dBA	90 dBA
Clemco Apollo 60 + hette 3	91 dBA	66 dBA	91 dBA
Viking Safe-Blast	90 dBA	85 dBA	90 dBA
Viking Safe-Blast + hette 1	89 dBA	81 dBA *	89 dBA
Viking Safe-Blast + hette 2	88 dBA	82 dBA *	88 dBA
Viking Safe-Blast + hette3	90 dBA	76 dBA	91 dBA
Viking Safe-Blast + dust overall	90 dBA	76 dBA *	91 dBA
Viking Type KG	92 dBA	90 dBA	94 dBA
Viking Type KG +hette 1	91 dBA *	81 dBA	91 dBA

*) Anslåtte verdier

5.4 Konklusjon, støyeksponering fra sandblåsing

Måleresultatene viser at støyeksponeringen i støyende miljøer langt overstiger kriteriene for støy på arbeidsplassen, selv når forventet effekt av hørselsvern er tatt i betraktning.

Støyeksponeringen for personellet vil i middel overskride 83 dBA, selv når en tar i betraktning at man kun vil være eksponert for støyen i 50 % (eller mindre) av arbeidstiden.

6.0 ULTRAHØYTRYKKSSPYLING

6.1 Måleprosedyre

Målingene ble foretatt utendørs.

Støynivået ble målt samtidig i to målepunkter. Begge mikrofonene ble plassert 5 meter unna dysen og arbeidsstykket (dette ble vurdert som en trygg avstand for utstyret fra vannsprut).

Lydeffektnivåene blir beregnet ut fra målt lydtryknivå etter følgende ligning:

$$L_w = L_p + 20 \log r + 11 \text{ dB}$$

L_w	Lydeffektnivå [dB]
L_p	Lydtryknivå [dB]
r	Avstand mellom dyse og mikrofoner [m]

Alle presenterte verdier er lydeffektnivåer.

For å vurdere målesikkerheten med de valgte måleposisjonene var det montert en mikrofon på arbeiderens hjelm under spyling av H-bjelken.

6.2 Vurderte parametre

To forskjellige høytrykksspylere har blitt testet med hensyn på støygenerering:

- Rotary gun med Two-tip dyse med 37° blåsevinkel
- Orbi gun (fast dyse)

I begge tilfellene ble det foretatt målinger under høytrykksspyling av følgende tre arbeidsstykker:

- plate
- sidekant av plate
- H-bjelke

Testarbeidsstykket var også her stykket fra svenneprøven, som v/ sandblåsing.

Det ble også foretatt støymåling av høytrykksspyling uten noe arbeidsstykke.

I alle målingene ble det benyttet et trykk på 2000 bar og en vannmengde på 8 liter/min.

6.3 Måleresultater

Det ble målt følgende verdier for lydeffektnivå:

Arbeidsstykke	Rotary gun	Orbi gun
Plate	122 dBA	117 dBA
H-bjelke	116 dBA	117 dBA
Edge of plate (gun away from mic)	121 dBA	121 dBA
Additional measurements:		
Edge of plate, gun towards mic.	134 dBA	132 dBA
No objects, gun paralell to mic.	-	122 dBA
No objects, gun towards mic.	134 dBA	136 dBA

Støynivåene (lydtrykknivåer, frittfelt) målt på hjelmen (d=0,8 m) er 112 dBA og 110 dBA for henholdsvis Rotary og Orbit Gun ved spyling av H-bjelken. Dette tilsvarer et lydeffektnivå på 118 – 120 dBA, og stemmer godt overens med målingene foretatt med større avstand.

6.4 Vurdering av resultater

Resultatene i tabellen over viser at støynivået fra ultrahøytrykksspyling er høyere enn støynivået fra sandblåsing.

Målingene indikerer ingen vesentlig forskjell i støygenerering mellom de to høytrykksspylerne (bortsett fra i målingene av spyling av plate).

Det bør dog bemerkes at målinger utført ”i felten” viser at støynivået kan variere mye, og også være lavere enn ved disse målingene.

6.5 Støyeksponering

Siden hjelmene som benyttes under ultrahøytrykksspyling er åpne rundt ørene, vil støynivåer uten hørselsvern tilsvare støynivå ved arbeiderens hode.

I svært små rom vil støynivået kunne tilsvare lydeffektnivåene som er angitt i den forrige tabellen. I åpne områder (for eksempel utendørs) vil man få nivåer som ligger ca. 5 – 10 dBA lavere.

Støyeksponeringen ved ultrahøytrykksspyling vil uansett ligge klart høyere enn vanlige kriterier for risiko for hørselsskader (83 dBA gjennom et 12-timers skift), selv om prosessen foregår bare halvparten av denne tiden. Selv ved bruk av svært gode hørselsvern, som i praksis gir opp til 20 dBA demping, vil man bli eksponert for støy på opp til 90 dBA.

7.0 MULIGE TILTAK FOR STØYREDUKSJON

7.1 Sandblåsing

Inntil det er utviklet bedre utstyr for beskyttelse av hørsel, bør følgende forholdsregler tas for å redusere risikoen for hørselsskader under sandblåsing:

- Gi informasjon til personellet
- Benytt dyser som minimerer støy
- Unngå flere enn en "sandblåser" i hvert rom
- Øk mengden av sand som benyttes i prosessen
- Bruk de sandtypene som gir lavest støy (round grain) der det er mulig
- Øk avstanden til arbeidsstykket ved sandblåsing av hjørner og skarpe kanter
- Bruk tykke masker i stedet for hjelmer – eller eventuelt hjelmer med god demping
- Bruk alltid innerhette. Hetter som er tilpasset hodets form er å foretrekke.
- Reduser trykket i friskluftsystemet
- Benytt en lavstøy-ventil til friskluftsystemet
- Reduser eksponeringstiden
- **Benytt alltid de beste ørepluggene som er å oppdrive.**

7.2 Ultrahøytrykksspyling

Hittil i dette prosjektet er det ikke funnet fram til tiltak som kan redusere støyen fra ultrahøytrykksspyling. Man bør imidlertid søke å unngå at personellet arbeider med for liten avstand seg imellom, for å unngå en økning i det totale støynivået. Informasjon og redusert eksponeringstid er viktige virkemidler.

8.0 OPPFØLGING

Undersøkelsene som er gjort i dette prosjektet er å betrakte som innledende undersøkelser på et felt som ikke er dekket i tilgjengelig faglitteratur. Det vil være av interesse å øke antallet støymålinger for de ulike aktuelle situasjonene for å øke den generelle forståelsen av støygenerering. Man bør i tillegg også gjennomføre lignende tester for andre typer utstyr.

Allerede før dette prosjektet var fullført, viste foreløpige resultater at det var behov for videre arbeid med støyproblemene. Amoco, Scana, Form Kommunikasjon og Sinus har derfor allerede startet et samarbeidsprosjekt. I samarbeid med industridesigner Jan Gaare i Form er det utviklet en ny prototype maske. Målinger på denne viser svært lovende resultater.

Prosjektet har blitt presentert på ICA 98, en internasjonal akustikkonferanse arrangert i Seattle i juni 1998. Resultatene har dessuten blitt presentert på ulike seminarer i Stavanger-området.

REFERANSER

Oljedirektoratet 1996

Forskrift om systematisk oppfølging av arbeidsmiljøet i petroleumsvirksomheten.

NORSOK Standard S-002:

Working environment, rev. 3 nov. 1997

Anderson, Jan Olof:

Test report – Compressed air line breathing apparatuses for use in abrasive blasting operations (Viking Safe-blast).

National Defence Research Establishment, Sweden, FAO reg.no. 95-H363/U

American Association Hygiene Journal 57:264-271 (1996):

Evaluation of muff-type hearing protectors as used in a working environment

Beranek:

Noise and vibration control

Bies and Hansen:

Engineering noise control