

1571

Bullerskydd för yrkesdykare

Ett stort problem för yrkesdykare är att de ofta arbetar med undervattensverktyg som alstrar höga ljudnivåer. Dykarna har inte tillgång till tillfredsställande hörselskydd.

Detta projekt handlar om att passivt dämpa buller under vatten. Tre slags hörselskydd testades: huvor, kåpor och proppar.

En objektiv mätmetod användes som kompletterades med dykarnas egna upplevelser av den bullerdämpande förmågan hos hörselskydden.

Det visade sig svårt att få god dämpning i de lägre oktavbanden. I det för örat känsliga frekvensområdet 1 000–4 000 Hz kunde bullret dock dämpas med upp till 36 dB.

Undersökningen gjordes vid Institutionen för Marin Teknik, Undervattensteknik vid Chalmers i Göteborg.

BAKGRUND

Att det kan vara farligt att dyka är allmänt känt. Under de senare åren har dock mycket gjorts för att förbättra dyksäkerheten. Man har lyckats göra dykarens arbetsplats relativt säker och dräglig, och det är numera ovanligt med allvarliga olyckor. Än återstår dock mycket forskning och utveckling för att komma i närheten av de förhållanden i arbetsmiljön som råder inom anläggningsbyggande, t ex för snickare och betongarbetare.

Ett stort problem vid arbete under vatten är att dykarna ofta arbetar med undervattensverktyg som alstrar oacceptabelt höga ljudnivåer utan att ha tillgång till tillfredsställande hörselskydd.

Tidigare undersökningar har koncentrerats på att mäta buller från t ex vattenjet, bergborr, tryckkammare, "free flow" inuti hjälmar samt hörtröskelmätningar med buller producerat av undervattenshögtalare. De visar att vatten- kontra lufthörtröskelvärdes skillnad är mindre än man tidigare har antagit. Det blir alltså ännu viktigare att tillhandahålla väl fungerande hörselskydd för dykarna när de använder bulleralstrande undervattensverktyg.

SYFTE

Projektet syftade till att

- göra objektiva mätningar på olika material och utföranden av hörselskydd
- göra subjektiva mätningar för att samla in kompletterande fakta om de testade hörselskydden

- ge vissa rekommendationer om hur dykarens hörsel ska kunna skyddas med hjälp av passiv bullerdämpning.

MÄTOBJEKT

Mätningar gjordes på följande hörselskydd:

- huvor (Viking och Nokia innerhuvor, Swedac akustikhuva)
- kåpor (Bilsom standardkåpa, Blykåpa)
- proppar (Rasstronic's kommunikationspropp och EAR)

Viking innerhuva är den standardhuva som oftast används till torrdräkt. Den ska i första hand fungera som en värmemössa men har också en viss bullerdämpande förmåga. Huvan består av ett lätt och poröst material som absorberar de höga frekvenserna.

Nokia innerhuva är en standardhuva som sitter monterad i Nokias torrdräkt. Huvan är tillverkad av tunn latex och med elastiska neuprendistanser (ca 1 cm) vid öronen.

Swedachuva är tillverkad av Swedac som är ett akustikföretag specialiserat på stömljudsteknik. Materialet i huvan består av ett blybaserat gummi-material, klätt med poröst tyg på insidan och nylon på utsidan. Huvan är tänkt att kunna absorbera både låga och höga frekvenser.

Bilsom standardkåpa modifierades. Bygeln togs bort och kåporna hölls på plats med en vattenpolohuva.

Blykåpan är tillverkad vid institutionen och uthamrad av en 3 mm tjock blyplåt till en elipsformad kåpa med tätning av skumgummi. Blykåpan är tänkt att absorbera de låga frekvenserna, då ett tungt material dämpar låga frekvenser.

Rasstronics propp, är en kommunikationsutrustning där mikrofon och högtalare har byggts in i ett par öronproppar som dessutom är utformade för att dämpa yttre buller.

EAR-proppen är en gul cylinderformad skumpropp som rullas ihop och förs in i hörselgången, där den utvidgas och tätnar. För att proppen skulle kunna användas vid dykning dränerades den med ett plaströr (diameter 0,5 mm).

OBJEKTIVA FÖRSÖK

Försöken utfördes i dyktanken vid avdelningen för undervattens teknik, Chalmers Tekniska Högskola. Dyktanken är 4 meter bred, 6 meter lång och 5 meter djup. Vattnet var färskvatten som höll en temperatur på 18° C. En traverskranbana är monterad över bassängen som möjliggör tunga lyft.

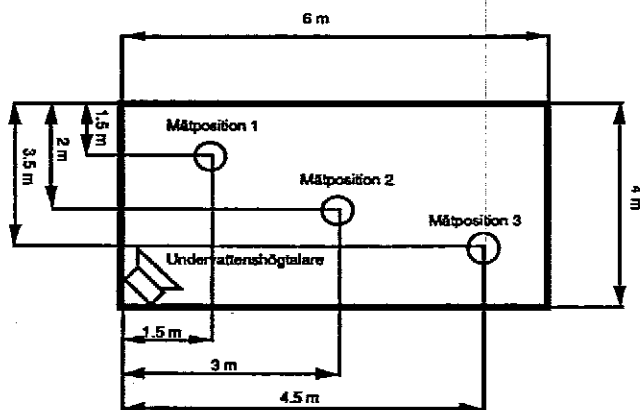
För att kunna alstra ljud i tanken placerades en undervattenshögtalare på bassängbotten. För att samtidigt göra ljudfältet homogent riktades högtalaren från ett hörn horisontellt snett utåt från bassängväggarna.

Till högtalaren kopplades ett nätaggregat, och ett effektsteg. Effektsteget matades av en brusgenerator, som alstrade ett bredbandigt brus.

Som "försöksperson" användes ett dockhuvud, av fabrikat Kemar. Detta är byggt för att efterlikna ett mänskligt huvud rent akustiskt.

Mikrofoner är monterade i respektive hörselgång. För registrering av värden användes en förstärkare och en ljudnivåmätare. Som mätkabel användes koaxialkabel.

En torrdräktshuva, modell Nokia, med igenklistrad ansiktstätning öppning trädde över huvudet för att skydda från fukt.



Figur 1. Mätpositionerna i bassängen.

Vid alla mätningar befann sig mikrofonerna 170 cm under vattenytan. Positionerna i horisontalled framgår av figur 1. Mätpositionerna var sex för varje öra. Det gjorde mätningarna noggranna.

För varje mätpunkt gjordes ljudtrycksmätningar i oktavbanden 31,5, 63, 125, 250, 500, 1 000, 2 000, 4 000 och 8 000 Hz. Mätningarna gjordes först med dockan vänd med ansiktet framåt i tre olika positioner, därefter vändes dockan 180 grader och mätningarna upprepades. Under hela mätperioden hölls högtalarens effekt konstant på en nivå som ungefär motsvarar ljudtrycket 85 dB.

SUBJEKTIVA FÖRSÖK

För att få en uppfattning om hur bullerskydden fungerar när människor använder dem lät vi sex dykare med torrdräkt skatta bullerdämpningen. Men framför allt gjordes de subjektiva mätningarna för att se hur skydden passade och vilka besvär som uppträder när dykaren vänder och vrider på huvudet.

De skydd som vi valde att prova subjektivt var

- EAR-proppar dränerade med plastslang
- Swedachuvan
- blykåpa

Som stöd för försökspersonernas skattning användes en skala från 1 till 6, där 1 var mycket behaglig och 6 outhärdlig. Skattningsskalan avlästes på sju olika ljudnivåer (0–110 dB). Både ljudupplevelse och komfort skattades.

Innan dykaren gick i vattnet skattade han hörselskyddens inverkan på bekvämligheten vid huvudrörelser. Till skillnad från de objektiva försöken, där det var viktigt att liknande akustiska förhållande rådde och där vi hade valt mätpositioner i det diffusa fältet, gjordes de subjektiva försöken i direktfältet. En dykare gick ned på botten, tog högtalaren i händerna och riktade den upp mot ansiktet. Varje test avslutades med att dykaren fick dyka utan hörselskydd som referens. Samtliga dykare konstaterade en påtaglig dämpning vid dykning med hörselskydd, men hade svårt att rangordna skydden med avseende på bullerdämpning. Bekvämast ansågs öronproppar vara men en dykare fick problem med tryckutjämningen och ansåg att dräneringen var otillräcklig. De fem dykare som hade gott om plats för kåpor i dräkten ansåg att även dessa satt bra. Huvan ansågs vara lite styv vid huvudvridningar, men i övrigt bekväm. Här ska tilläggas att enbart en storlek av huvan fanns att tillgå.

TEST AV KOMMUNIKATIONSPROPP

Företaget Rasstronic i Danmark håller på att utveckla en ny typ av kommunikationsutrustning.

Man har samlat både mikrofon och högtalare till en enhet som likt en öronpropp förs in i örat. Proppen är inte i första hand tänkt för dykmarknaden. Dock ansåg vi detta vara ett intressant system som skulle kunna ha stora fördelar vid dykning.

Dykarens eget tal fortplantar sig via skallbenet till örongången, där ljudet tas upp av en mikrofon i öronproppen. Proppen förmedlar också tal till dykaren direkt i hörselgången och dämpar samtidigt yttre buller.

En fördel är att man nästan helt kan eliminera ljud från omgivningen, t ex andningsgasen som kan ha en för kommunikationen störande ljudnivå. Utrustningen finns ännu inte på marknaden men en prototyp testades vid dykning i bassäng och i tryckkammare.

Som jämförelse vid bassängproven användes en Dyfo-dyktelefon. Vid försök i tryckkammaren användes kammarens eget interna kommunikations-system med headset.

Någon objektiv mätning av yttre bullerdämpning gjordes inte, men proppen är enligt Rasstronic konstruerad för att dämpa yttre buller. I samtliga fall var tryckutjämningen problemfri både för propp och headset.

RESULTAT OCH SLUTSATSER

Resultaten av testerna visar att det för de flesta frekvenser går att dämpa bullret så att ljudnivån blir acceptabel dock var dämpningen i de lägre oktavbanden ofta otillräcklig. Det är dock svårt att värdera eller direkt jämföra mätvärdena för de olika skydden och materialen pga benledning och skyddens passform. Vid val av hörselskydd för enskilda individer måste flera egenskaper värderas. Ett enkelt sätt för dykaren att skydda sig mot hörselskador är att använda hörselskydd.

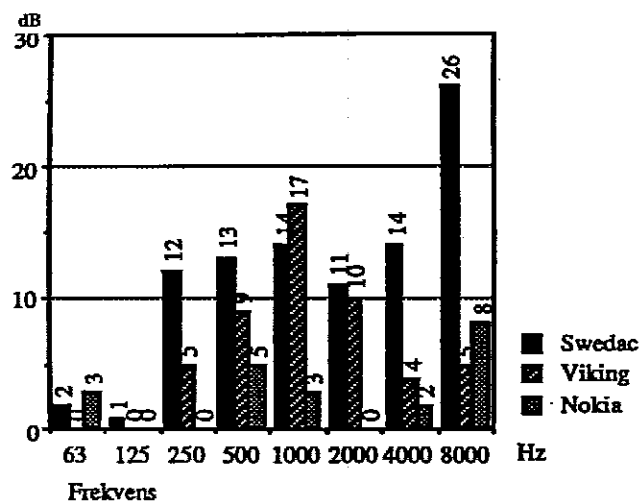
Vi tror att det skulle vara meningsfullt att gå vidare med fler mätningar och att testa fler material och lösningar. Dessa mätningar kan mycket väl göras med den här presenterade mätutrustningen. Några akustiska hinder finns egentligen inte för att bygga väl fungerande hörselprofylax för dykare.

Huvor

Huvor används i hjälmar och under torrdräkter vid kyla. Huvorna har i sin nuvarande utformning en viss bullerdämpande verkan. Denna kan ökas om material och utformning ändras. Det visade en av huvorna som vi provade, Swedachuvan.

Fördelar: Huvor är lätta att använda. De dämpar effekten av benledning och håller huvudet varmt.

Nackdelar: Huvor kräver mycket god passform för att ge bra bullerdämpning. Anpassning av dykar-



Figur 2. Uppmätt dämpning av huvorna.

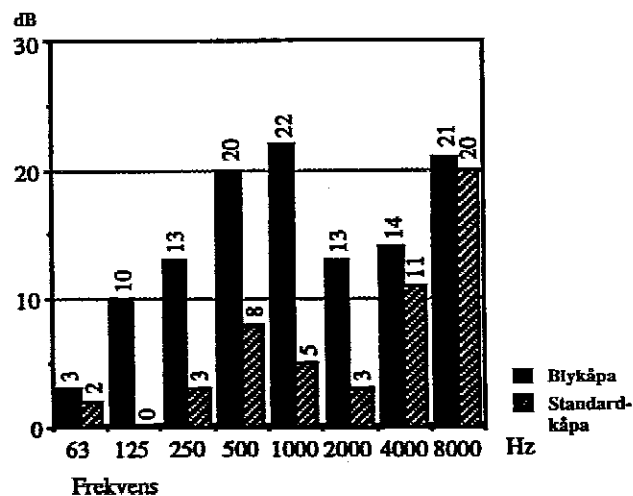
dräkt måste i vissa fall göras med hänsyn till utrymme för huvan.

Hörselkåpor

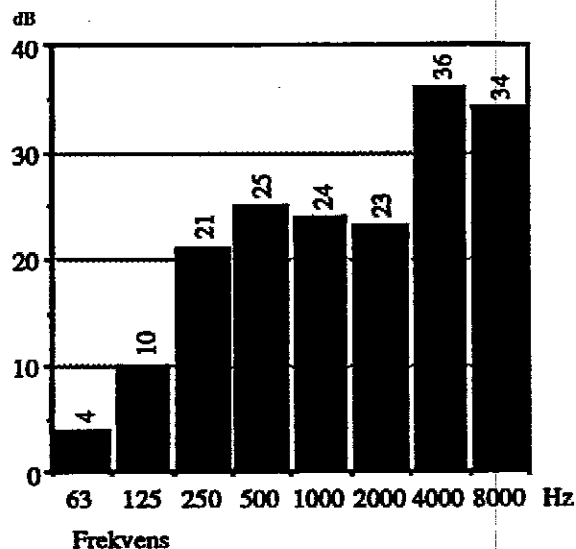
Hörselkåpor kan användas vid dykning med hjälm och kan integreras med kommunikationsutrustningen. Man kan även vid dykning med torrdräkt använda hörselkåpor om man omformar huvan.

Fördelar: Med hörselkåpor erhåller man en pålitlig och stabil ljuddämpning. De kan med fördel användas när det föreligger risk för öroninfektion.

Nackdelar: Kåpor är svåra att bära under lång tid. Ett för hårt tryck mot huvudet kan ge cirkulationsrubbingar, medan ett för svagt tryck ger dålig ljuddämpande effekt. Vid värme kan kåporna lätt bli obekväma. De är också skrymmande, och kan vara svåra att få plats med i hjälm och under torrdräkt.



Figur 3. Uppmätt dämpning av hörselkåporna.



Figur 4. Uppmätt dämpning av EAR-proppen.

Öronproppar

Öronproppar kan vara besvärliga att använda vid dykning eftersom de kan "sugas" in i örongången och förhindra tryckutjämningen. Om man bygger in en dräneringskanal i proppen kan detta problem lösas. Vi provade vanliga EAR-proppar, vilka dränerades med plastslang.

Fördelar: Öronproppar är billiga och bekväma att använda. De kan användas tillsammans med olika

huvor och då ge mycket bra bullerdämpning. Proppar är också bekväma att använda vid värme.

Nackdelar: Hörselproppar kan irritera hörselgången och kan inte användas vid öroninfektioner. De blir lätt styva och smutsiga.

KOMMUNIKATION

Försökspersonerna noterade vid trycksättning i tryckkammaren dålig hörbarhet både såväl när de använde Rasstronics propp som headset. Kammar-skötarna noterade att försökspersonens tal var lättare att uppfatta och bakgrundsljudet betydligt lägre när denne bar proppar. Skillnaderna mellan utrustningarna vid bassångdykningen vad avser kommunikationen var små. Operatören med dyktelefonen noterade dock att dykarens tal försämrades av att mikrofonen också tog upp andningsljud och yttre ljud vid hög bullemnivå (90–100 dB). Rasstronics propp visade sig fungera utmärkt under försöket, och försökspersonerna noterade att taluppfattningen var bra i båda riktningarna, även vid höga bullemnivåer.

RAPPORTEN

Bullerskydd för dykare (56 sidor) kan beställas från Chalmers Tekniska Högskola, Undervattens-teknik, Hörsalsvägen 1, 412 96 Göteborg, tel 031-772 36 80. Pris: 150 kronor.

1571

För innehållet i sammanfattningen svarar

Mikael Björk och Tony Lindell Jernström

Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för Marin Teknik,
Hörsalsvägen 1, 412 96 Göteborg, tel 031-772 10 00.

Pnr 89-0935 Buller (32) Augusti 1993

Arbetsmiljöfonden

BESÖKSADRESS Olof Palmes Gata 31
POSTADRESS Box 1122 111 81 STOCKHOLM
TELEFON 08-791 03 00 TELEFAX 08-791 85 90