



Statens  
arbeidsmiljøinstitutt

**Tittel:** Helseeffekter hos anleggsdykkere  
**Forfatter:** Rita Bast-Pettersen og Marit Skogstad  
**Prosjektansvarlig:** Rita Bast-Pettersen og Marit Skogstad  
**Dato:** 20.02.96  
**ISSN:** 0801-7794      **Serie:** HD 1067/96 FOU

---

### Sammendrag:

Rapporten omhandler kartlegging av helseeffekter blant 21 høyt eksponerte anleggsdykkere

Dykkernes *lungefunksjon* og *hørsel* ble undersøkt og resultatene ble sammenliknet med en sammenlignbar gruppe av verkstedsarbeidere og med referanseverdier. Dykkerne ble undersøkt med et omfattende *nevropsykologisk testbatteri*, og her ble de sammenlignet med en gruppe dykkerelever. De gjennomgikk et standardisert *intervju* som omfattet spørsmål om skolegang, arbeidserfaring helseforhold og alkoholvaner.

Dykkerne oppga få symptomer fra nervesystemet, sammenlignet med andre yrkesgrupper. Det var ingen klar sammenheng mellom antall dykk og antall symptomer.

Hovedresultatet i *undersøkelsen av lungene* er at dykkerne har en signifikant forhøyet vital-kapasitet sammenlignet med kontrollene. Dykkerne hadde en større tendens til fall i FEV<sub>1</sub> med alderen enn det som var tilfellet med kontrollene. Dette resultatet gir mistanke om en liten tendens til tap av elastisk vev i lungene blant dykkerne.

Den *nevropsykologiske undersøkelsen* viste et godt evnenivå i begge grupper. Vi fant ingen økt forekomst hverken av tremor eller nedsatt håndmotorikk blant dykkerne. Vi fant en moderat svikt i visuell resonnering/forståelse av oppgaver løst ved hjelp av syn, som mest sannsynlig kan tilskrives eksponering for dykking. Prøver for reaksjonstid viste en klar forskjell mellom gruppene, som mest sannsynlig kan tilskrives eksponering for dykking, og ikke andre faktorer, som f.eks alder.

Resultatet av *hørselsundersøkelsen* viser at dykkerne har en tendens til å høre dårligere på venstre sammenlignet med høyre øre i diskantområdet. Det er en signifikant sammenheng mellom desibeltapet i 3 kHz området på begge ører og dykkeeksponering (antall dykk). Dykkerne hører ikke dårligere enn kontrollene eller normalbefolkningen.

---

**Stikkord:** Nevropsykologiske effekter  
Lungefunksjon  
Hørsel  
Overflateorientert dykking

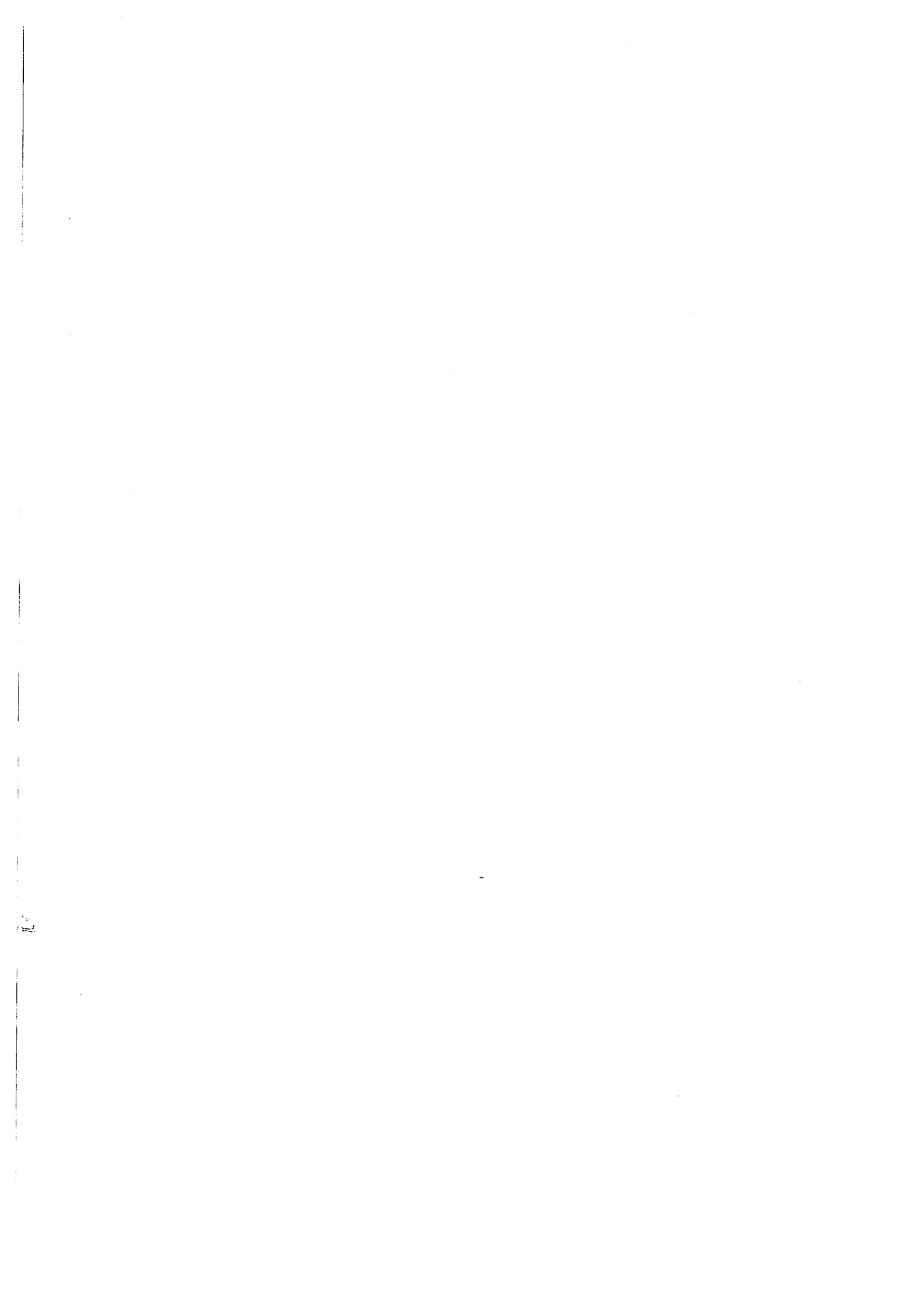
**Key words:** Neuropsychological effects  
Pulmonary function  
Hearing deterioration  
Open-sea diving



# **Helseeffekter hos anleggsdykkere**

**Undersøkelse av 21 yrkesdykkere  
ansatt ved  
Selmer A/S og A/S Veidekke**

**Rita Bast-Pettersen og Marit Skogstad**



# Innholdsfortegnelse

	<b>Side</b>
<b>Forord</b> .....	7
<b>Sammendrag</b> .....	9
<b>1. Eksponering og skader blant dykkerne</b> .....	11
<b>2. Intervjuundersøkelse</b>	
<i>Rita Bast-Pettersen</i> .....	13
<b>3. Lungeeffekter</b>	
<i>Marit Skogstad</i> .....	21
<b>4. Nevropsykologiske effekter</b>	
<i>Rita Bast-Pettersen</i> .....	27
<b>5. Hørselsundersøkelse</b>	
<i>Marit Skogstad</i> .....	45
<b>Referanser</b> .....	51



## Forord

Bedriftslege Bente Ulvestad ved Selmer kontaktet Statens arbeidsmiljøinstitutt med tanke på en nevropsykologisk, lungemedisinsk og hørselsundersøkelse av 15 aktive og tidligere anleggsdykkere ved Selmer A/S. Vi fant at gruppen av anleggsdykkere kunne utvides og inviterte A/S Veidekke til å delta i undersøkelsen slik at totalt 21 dykkere deltok i undersøkelsen.

Undersøkelsen retter søkelyset mot anleggsdykkere, dvs innaskjærsdykkere, som har lang erfaring i bransjen.

I Norge er det særlig metningsdykkere (Nordsjødykkere) som har vært undersøkt systematisk, selv om denne gruppen er i et klart mindretall sammenliknet med dem som dykker innaskjærs. Det er mellom 100 og 1400 aktive anleggsdykkere i Norge. Vi mente at det ville være av interesse for bygg-og-anleggs bransjen, der dykkevirksomhet inngår, å få belyst mulige helseeffekter ved anleggsdykking.

Ved Statens arbeidsmiljøinstitutt har Rita Bast-Pettersen og Marit Skogstad samlet inn baseline-data til en oppfølgingsundersøkelse av unge yrkesdykkere. Eventuelle funn som vi gjør i denne gruppen med anleggsdykkere med lang eksponering vil være av stor interesse ved oppfølging av de unge yrkesdykkerne.

Vi vil rette en spesiell takk til Bedriftslege Bente Ulvestad som tok initiativ til undersøkelsen. Psykolog Bjørn Tvedt har gitt verdifull veiledning og praktisk bistand ved tilrettelegging av testdataene. Forsker Arvid Amundsen bistått med data fra alkoholundersøkelsen. Professor Odd Aalen og professor Roald Bjørklund har gitt nyttige kommentarer til kap 2 og 4. Bedriftslege Kjell Aage Sørensen bidro til at undersøkelsen kunne utvides. Norsk Yrkesdykkerskole har bidratt til at kontrollgruppen i kap 2 og 4 ble en realitet.

NHOs arbeidsmiljøfond har gjort undersøkelsen mulig ved å støtte den økonomisk.

Til slutt ønsker vi å rette en spesiell takk til alle dykkerne og kontrollpersonene for at denne undersøkelsen var mulig å gjennomføre.

Oslo, Februar 1996

Rita Bast-Pettersen

Marit Skogstad





## Sammenheng

Vi har undersøkt en gruppe på 21 anleggsdykkere med en gjennomsnittsalder på 41 år. Anleggsdykkerne hadde vært høyt eksponert: I gjennomsnitt hadde de arbeidet som dykkere i 19 år, og gjennomsnittlig hadde de dykket 4700 ganger. I større grad enn det som er rapportert i andre norske studier, har gruppen opplevd trykkfallsyke én eller flere ganger, og de er eldre enn andre dykkerpopulasjoner som er beskrevet i Norge.

Dykkernes *lungesfunksjon* og *hørsel* ble undersøkt og resultatene ble sammenliknet med en sammenliknbar gruppe av verkstedsarbeidere og med referanseverdier. Dykkerne ble undersøkt med et omfattende *nevropsykologisk testbatteri*, og her ble de sammenliknet med en gruppe dykkerelever. De gjennomgikk et standardisert *intervju* som omfattet spørsmål om skolegang, arbeidserfaring helseforhold og alkoholvaner.

*Intervjuundersøkelsen* viste at dykkerne hadde noe kortere utdanning enn sine yngre kolleger, i overensstemmelse med utviklingen ellers i samfunnet, 14% av anleggsdykkerne hadde gymnas eller allmennfaglig studieretning mot 56% av de unge dykkerelevne. Alt i alt oppga dykkerne få symptomer fra nervesystemet, sammenliknet med andre yrkesgrupper. Det var ingen klar sammenheng mellom antall dykk og antall symptomer. Anleggsdykkerne oppga et litt høyere alkoholkonsum enn dykkerelevne og enn menn i Oslo i samme alder. Anleggsdykkerne oppga at de sjeldnere var beruset enn sine yngre kollegaer blant dykkerelevne, til tross for høyere konsum, men forskjellen var ikke signifikant.

Hovedresultatet i *undersøkelsen av lungene* er at dykkerne har en signifikant forhøyet vitalkapasitet på 5.87 liter sammenliknet med kontrollene (5.38 liter,  $p=0.04$ ) og referanseverdiene (5.06 liter,  $p<0.05$ ). Dykkerne har en ikke signifikant tendens til nedsatt luftstrømhastighet sammenliknet med kontrollene og referanseverdiene. Gassutvekslingen er derimot bedre enn forventet ( $p<0.05$ ). Dykkerne hadde en større tendens til fall i FEV<sub>1</sub> med alderen enn det som var tilfellet med kontrollene. Dette resultatet gir mistanke om en liten tendens til tap av elastisk vev i lungene blant dykkerne.

Den *nevropsykologiske undersøkelsen* viste et godt generelt evnenivå i begge grupper, med tendens til gode prestasjoner blant dykkerne med lengst fartstid. Dette kan ha sammenheng med seleksjon til yrket, men det kan også være en indikasjon på at det å ha et godt evnenivå øker sannsynligheten for å klare å forbli i et så belastet yrke (healthy worker effekt).

I motsetning til hva man har funnet hos metningsdykkere, fant vi hverken tremor eller nedsatt håndmotorikk. Vi fant ingen utfall på hukommelsestester hvor innlæringsevnen ble testet, men vi mener at det kan være en viss sammenheng mellom hukommelse (lagring) og eksponering, selv om dette er noe usikkert. Vi fant en moderat svikt i visuell resonnering/ forståelse av oppgaver løst ved hjelp av syn, som vi mener kan tilskrives eksponering for dykking. Den klareste indikasjonene på at eksponeringen for dykking kan

ha gitt en effekt på nervesystemet, var resultatene på prøver for reaksjonstid. Vi mener at forskjellen mellom dykkerne og kontrollgruppen med hensyn på reaksjonsevne kan tilskrives eksponering for dykk og ikke andre faktorer, som f.eks alder.

Resultatet av *hørselsundersøkelsen* viser at dykkerne har en tendens til å høre dårligere på venstre sammenliknet med høyre øre i diskantområdet. Det er en signifikant sammenheng mellom desibeltapet i 3 Khz området på begge ører og dykkeeksponering (antall dykk). Når vi sammenlikner dykkerne med en støyutsatt gruppe av verkstedsarbeidere, er resultatet til dykkerne noe bedre. Dykkerne hører heller ikke dårligere enn normalbefolkningen.

## **Kap. 1. Eksponering og skader blant dykkerne**

Vi undersøkte 21 dykkere ansatt ved to bygg-og-anleggsbedrifter i Østlandsregionen med et intervju, en lungefunksjonsundersøkelse, audiometri og et omfattende nevropsykologisk testbatteri. Gjennomsnittsalderen blant dykkerne var 41 år, med en spredning fra 24 til 68 år. De hadde i gjennomsnitt arbeidet som dykkere i 19 år.

### **Dykkeeksponering**

Eksponeringen ble kartlagt gjennom et spørreskjema. I utgangspunktet skulle dykkernes egne logbøker danne grunnlag for eksponeringskartleggingen. Kun et fåtall av dykkerne hadde fullstendige logbøker med tilstrekkelig historiske data. Bare for enkelte dykkere ble derfor logbøkene lagt til grunn for eksponeringskartleggingen. Eksponeringsdataene fremkom derfor stort sett ved at dykkeren selv beregnet antall dykk i løpet av sin dykkerkarriere. Dykkerne hadde hovedsaklig arbeidet som anleggsdykkere til maksimalt 50 meters dyp. De hadde stort sett brukt luft som pustegass. En dykker hadde vært metningsdykker i Nordsjøen en kort periode.

Gjennomsnittlig hadde de dykket 4700 ganger. Personen med færrest dykk oppga tilsammen 450 dykk og den mest erfarne dykkeren hadde oppnådd hele 17000 dykk i løpet av sin dykkerkarriere.

Gruppen hadde i all hovedsak hatt dykking som hovedbeskjeftigelse, men 8-9 personer hadde tidligere i korte perioder hatt yrker med en viss støybelastning.

### **Tidligere dykkerrelaterte skader**

I alt oppga 14 personer at de hadde hatt trykkfallsyke en eller flere ganger. Tilsammen hadde de hatt 36 episoder med trykkfallsyke. Åtte personer hadde opplevd trykkfallsyke (bends) to ganger eller oftere. Trykkfallsyke kan oppstå når nitrogen eller andre bobler påvirker blodgjennomstrømmingen til vev som ledd, hud, sentralnervesystemet eller indre øre. Slike bobler oppstår gjerne i forbindelse med utilstrekkelig dekompresjon ved at boblene ikke filtreres gjennom lungene. Fordelingen av trykkfallsyke er vist i tabellen.

**Tabell 1.1** Oversikt over gjennomgått type trykkfallssyke/Bends blant 21 anleggsdykkere

Ledd-bends	Hud-bends	Spinal-bends	CNS-bends	Vestibular-bends	Ikke angitt
22	8	1	2	1 (2)	2

En dykker oppga at han har hatt sprenge trommehinner ved en anledning. En annen person oppga at han plutselig fikk et venstresidig hørselstap etter et dykk. Dette kan dreie seg om et barotraume eller en episode med vestibular trykkfallsyke.

En av dykkerne hadde utviklet bennekrose i høyre skulder.

En annen dykker hadde opplevd en episode med vann/blod i lungene i forbindelse med et dykk.

Den undersøkte gruppen hadde en gjennomsnittsalder på 41 år. Dette er høyt sammenliknet med andre dykkerpopulasjoner. Til sammenlikning er dykkerne som beskrives i materialene til Todnem (Kari Todnem, NUTEC, 1990) gjennomsnittlig 27.8 til 34.9 år gamle. Trykkfallsyke har rammet 67% i vår gruppe mot 51% blant de 156 dykkerne som inngår i Todnems materiale. Risberg angir at 20 dykkere har fått påvist bennekrose i løpet av de siste 20 til 25 årene i Norge (Hope et al. 1994). En av disse inngår i denne undersøkelsen. Alt i alt er det en gruppe av dykkere med svært lang erfaring vi her skal presentere.

## Kapitel 2: Intervjuundersøkelse av anleggsdykkere

### Rita Bast-Pettersen

Siden mange ytre stimuli kan påvirke nervesystemet, gjennomgikk dykkerne et strukturert intervju som omfattet yrkeseksponeringer, sykdommer, ulykker og alkoholforbruk.

### Materiale

Det er de samme personene som inngår i kapitel 2 og 4. Beskrivelsen av deltakerne i prosjektet gjøres derfor samlet for de to delprosjektene, mens metodene beskrives hver for seg i kapitel 2 og 4.

Studien omfatter i alt 21 dykkere fra to entreprenørfirmaer i Norge. Dykkerne ble sammenlignet med elever ved en dykkerskole. I alt 50 elever ble testet. Av disse hadde 32 elever gjennomført færre enn 100 dykk i løpet av livet. Disse 32 elevene ble ansett som ueksponerte, og de ble anvendt som *kontrollgruppe*. Av de 50 elevene som ble testet, hadde 18 hatt mer enn 100 dykk. Disse 18 elevene dannet en *laveksponert mellomgruppe* mellom de eksponerte dykkerne og kontrollgruppen. Tabell 2.1 viser alder og dykkererfaring for alle de tre gruppene.

**Tabell 2.1** Alder og dykkererfaring for de 21 aktive anleggsdykkerne, de 32 ueksponerte dykkerelevne (kontrollgruppen), og for de 18 lavt eksponerte dykkerelevne.

	Aktive anleggsdykkere N=21		Kontrollgruppe: Dykkerelever med < 100 dykk N=32		Mellomgruppe: Dykkerelever med >100 dykk N=18	
	Gjennomsnitt (Minimum- Maksimum)	SD	Gjennomsnitt (Minimum- Maksimum)	SD	Gjennomsnitt (Minimum- Maksimum)	SD
Alder	41 (24-68)	11	24 (18-32)	4	28 (22-35)	4
Antall år dykking	19 (5-42)	11	2 (0-14)	4	8 (2-15)	4
Antall dykk	4702 <sup>1</sup> (450- 17000)	*	33 <sup>2</sup> (0-99)	*	547 <sup>3</sup> (150-1500)	*
Maks dybde (meter)	67 (47-185)	31	21 (0-62)	21	54 (35-90)	15

<sup>1</sup> Median: 2000

<sup>2</sup> Median: 28

<sup>3</sup> Median: 475

\* På grunn av skjevhet i fordeling av antall dykk, presenteres ikke antall dykk med standard avvik, isteden presenteres median.

## **Metoder**

### **Intervjuundersøkelsen**

Dykkerne ble intervjuet om alkoholforbruk, skolegang, yrkeserfaring og helsetilstand.

Alkoholforbruket ble kartlagt med et strukturert intervju skjema (Hauge & Irgens-Jensen, 1987). Hver dykker ble spurt om mengde og hyppighet av konsum av øl, vin og brennevin. Dette ble så sammenlignet med forbruket blant menn i de respektive aldersgrupper bosatt i Oslo-området og i norske byer (Amundsen et al, 1995).

Symptomer fra nervesystemet ble kartlagt ved hjelp av et spørreskjema: Örebro-skjemaet (Q16) (Hane et al., 1980). Skjemaet består av 16 spørsmål som dykkeren skal besvare med ja eller nei. Dette skjemaet fyller personen ut selv. Yrkeserfaring, skolegang og helsetilstand ble kartlagt ved hjelp av et intervju skjema som prosjektleder selv hadde utformet.

#### *Statistikk*

Aldersforskjellen var stor mellom de eksponerte dykkerne og kontrollgruppen. For å vurdere resultatene fra intervjuundersøkelsen (skolegang, symptomer, alkoholvaner og lign), sammenlignet man til dels de to gruppene, den eksponerte dykkergruppen og de ueksponerte dykkerelevne (kontrollgruppen), og til dels sammenlignet man den eksponerte gruppen med andre grupper i befolkningen, der hvor slike resultater / informasjon var tilgjengelig.

Siden antall dykk var så skjevfordelt, ble antall dykk transformert til en logaritmisk skala (f.eks 100 dykk = 2, 1000 dykk = 3 osv).

## **Resultater**

### **Intervjuundersøkelsen**

#### **Skolegang og arbeidsliv**

I gjennomsnitt hadde dykkerne vært i arbeidslivet i 24 år. 14%, dvs 3 dykkere, hadde gymnas eller videregående skole med allmennfaglig studieretning. I gjennomsnitt hadde de 1,7 års skolegang ut over obligatorisk grunnskole (enten 7-årig eller 9-årig). Kontrollgruppen, de 32 unge dykkerelevne, hadde i gjennomsnitt 2,8 års skolegang utover 9-årig obligatorisk grunnskole. 56% hadde videregående skole med allmennfaglig studieretning.

To dykkere (10%) mente at de hadde hatt lese eller skrivevansker og én dykker (5%) at han hadde hatt problemer med matematikk på skolen.

Til sammenligning oppga 22% av dykkerelevne i kontrollgruppen at de hadde hatt lesevansker og 10% at de hadde hatt problemer med matematikk på skolen.

Ti prosent av anleggsdykkerne og 16% av de ueksponerte dykkerelevne anga at de ikke var høyrehendte.

#### **Symptomer fra nervesystemet:**

Dykkerne anga i gjennomsnitt 2,5 symptomer på et spørreskjema med 16 spørsmål (Örebro-skjemaet). De 32 elevne i kontrollgruppen hadde i gjennomsnitt 1,3 ja-svar. Forskjellen mellom den eksponerte gruppen og de unge ueksponerte dykkerne er signifikant ( $p=,03$ ). Blant arbeidstakere som ikke har vært utsatt for eksponeringer som man regner med kan gi effekt på nervesystemet, har antall ja-svar i flere studier ligget i underkant av to, slik at dykkerne er litt i overkant av dette med 2,5 rapporterte symptomer. Dykkerne oppga i midlertid klart færre symptomer enn hva man har funnet blant løsemiddeleksponerte arbeidstakere, som i flere større undersøkelser har angitt mellom 3,5 og 4,5 ja-svar (Bast-Pettersen 1993).

Bare en dykker, dvs under 5 %, anga flere enn 6 ja-svar, en grense som har vært anvendt som veiledende grense ved henvisning av arbeidstakere for videre vurdering. I kontrollgruppen hadde ingen over 5 ja-svar. I flere tverrsnittstudier av ueksponerte arbeidstakere har en funnet at ca 10% av de spurte har hatt flere enn 6 ja-svar (Tvedt, 1991). I større undersøkelser av arbeidstakere som arbeider med løsemidler har en funnet at 20-30% av arbeidstakerne har mer enn 6 ja-svar.

**Tabell 2.2** Sammenheng mellom antall symptomer (Q 16), alder og ulike mål for dykking for de 39 eksponerte dykkerne, (21 anleggsdykkere og 18 dykkerelever).

- - Korrelasjons Koeffisienter - -					
	ALDER	LOGDYKK <sup>1</sup>	DYKKÅR <sup>2</sup>	MAKSDYP	UHELLDYK <sup>3</sup>
Q 16	,3912	,2952	,3025	,1660	,3613
antall symptomer	( 39)	( 39)	( 38)	( 39)	( 39)
Örebro	P= ,014	P= ,068	P= ,065	P= ,313	P= ,024

<sup>1</sup> Antall dykk i løpet av livet (logaritmisk skala)

<sup>2</sup> Antall år med dykking

<sup>3</sup> Forekomst av trykkfallsyke i løpet av karrieren

Av tabell 2.2 fremkommer en klar sammenheng mellom symptomer (Q16) og alder og forekomst av uhell (trykkfallsyke) i forbindelse med dykking. Det er en nær signifikant sammenheng mellom symptomer og antall dykk.

Siden de aller fleste tilfellene av trykkfallsyke har forekommet blant de eksponerte dykkerne, gjorde vi en korrelasjonsanalyse av sammenhengen mellom trykkfallsyke og antall symptomer hvor bare de eksponerte anleggsdykkerne inngikk. Vi fant da at det ikke forelå noen slik sammenheng innenfor gruppen av anleggsdykkere ( $r = .2106$ ,  $p = .360$ ). Forekomst av trykkfallsyke, slik den var registrert her, omfattet i hovedsak "type 1", hvor vi ikke forventet å finne effekter på nervesystemet.

Vi ønsket deretter å studere effekten av alder versus effekten av dykkeeksponering med henblikk på antall symptomer, som vist i tabell 2.3.

**Tabell 2.3** Regresjonsanalyse hvor antall ja-svar på Örebro-skjemaet sammenholdes med log antall dykk, samt alder.

Avhengig variabele: Q 16 (antall symptomer)

Method: Enter.

Variabler: 1.ALDER 2.LOGDYKK (antall dykk, logaritmisk skala)

----- Variables in the Equation -----					
Variabel	B	SE B	Beta	T	Sig T
LOGDYKK	-,628919	1,165302	-,162438	-,540	,5927
ALDER	,106264	,060214	,531151	1,765	,0861
(Constant)	,036511	2,083243		,018	,9861

Ved en regresjonsanalyse (tab 2.3) hvor resultatene fra de 39 eksponerte dykkerne inngår, finner vi at når vi sammenholder dykkerens alder med antall dykk (logdykk), så er det dykkerens alder som i størst grad bestemmer antall symptomer som rapporteres. Når vi



sammenholder dataene på denne måten, ser vi at alder til en viss grad påvirker antall symptomer som rapporteres ( $p=.086$ ), mens vi ikke lenger finner noen sammenheng mellom antall dykk og antall symptomer som rapporteres.

## Enkeltsymptomer

Det var ingen klar sammenheng mellom enkeltsvar på Örebro-skjemaet og forekomst av uhell. Ved å se på de enkelte spørsmålene, finner vi at over halvparten av anleggsdykkerne sier at de er glemske og omtrent like mange sier at også familien synes de er glemske. Dette er på omtrent samme nivå som eksponerte arbeidstakere i bransjer som anvender løsemidler. Imidlertid ser det ut til at dette spørsmålet i liten grad sier noe om mulige effekter av eksponering, fordi mange ueksponerte arbeidstakere også angir at de er glemske (Bast-Pettersen, 1993).

Blant de unge ueksponerte dykkerne anga 41% at de var glemske.

Tallmaterialet er ikke stort nok til at analyser av sammenheng mellom eksponering og enkeltsymptomer kunne utføres.

## Alkoholforbruk

Ingen av dykkerne oppga at de var totalt avholdende fra alkohol. Hver dykker ble spurt om mengde og hyppighet av konsum av øl, vin og brennevin. Dette ble så omregnet til liter ren alkohol på årsbasis.

## Alkoholkonsum sammenlignet med menn bosatt i Osloområdet

Alkoholkonsumet i befolkningen varierer med alder, derfor ble dykkernes konsum sammenlignet med resultater fra to undersøkelser foretatt av Statens institutt for alkohol- og narkotikaforskning; en nordisk undersøkelse fra 1993, hvor nøyaktig samme intervju-skjema ble anvendt, men hvor resultatene var innsamlet ved hjelp av spørreskjema, og en norsk undersøkelse fra 1994, hvor resultatene, på samme måte som i vår undersøkelse var basert på et strukturert intervju, men hvor ordlyden på enkelte spørsmål var litt annerledes (Amundsen et al, 1995). Fra begge undersøkelser ble svarene fra menn i tilsvarende alder som dykkerne og bosatt i Osloområdet, trukket ut.

På spørsmålet "Hvor ofte har du i løpet av de siste 12 måneder drukket så mye øl, vin eller brennevin at du har kjent deg beruset?" oppgav dykkerne i gjennomsnitt at de hadde gjort det litt oftere enn en gang pr måned. I den norske undersøkelsen fra 1994 er ordlyden her litt forandret, det spørres om hvor ofte man har følt seg *tydelig* beruset, noe som trolig har påvirket de intervjuede til å svare at de har hatt færre beruselser enn de ellers ville ha oppgitt. I tabell 2.4 vises resultatene for dykkerne sammen med resultatene fra de to referansegruppene.

**Tabell 2.4** Alkoholkonsum hos anleggsdykkerne. Gjennomsnittlig antall ganger de som sier de har brukt alkohol siste år, oppgir at de har følt seg beruset, og alkoholkonsum i liter per år og gram per dag. Referansegruppene består av menn, bosatt i Oslo-området.

	Anleggsdykkere Alder: 41 år N=21	Referansegruppe: Nordisk (spørreskjema), Oslo-93, Alder: 31-50 år N=38	Referansegruppe: MMI (intervju), Oslo-94, Alder: 31-50 år N=132
Antall beruselser pr. år	13,1	14,1	7,3 *
Alkoholkonsum Liter/år	7,22	6,36	5,02
Alkoholkonsum gram/dag	15,5	13,6	10,7

\* Respondentene ble her bedt om å svare når de følte seg *tydelig* beruset.

I tabell 2.5 vises alkoholkonsum blant de unge dykkerelevne, både blant de ueksponeerte elevne (kontrollgruppen) og blant de moderat eksponerte elevne.

**Tabell 2.5** Alkoholkonsum hos dykkerelevne. Gjennomsnittlig antall ganger de som sier de har brukt alkohol siste år, oppgir at de har følt seg beruset, og alkoholkonsum omregnet til konsum av ren alkohol i liter per år og gram per dag. Referansegruppene består av menn bosatt i Osloområdet

	Kontrollgruppen, elever med < 100 dykk Alder: 24 år N=31	Mellomgruppen, elever med > 100 dykk Alder: 28 år N=16	Referansegruppe: Nordisk, Oslo-93, Alder: 21-30 år N=37	Referansegruppe: MMI, Oslo-94, Alder: 21-30 år N=102
Antall beruselser pr. år	20,2	22,6	25,8	20,8*
Alkoholkonsum Liter/år	4,83	5,2	7,64	5,73
Alkoholkonsum gram/dag	10,4	10,9	16,4	12,3

\* Respondentene ble her bedt om å svare når de følte seg *tydelig* beruset.

## Totalt alkoholkonsum i året

Sammenlignet med de intervjuede personene fra Oslo-undersøkelsen, angir anleggsdykkerne et alkoholkonsum på 7,22 liter, mot 5,02 liter. Dykkerelevene oppgir et lavere alkoholkonsum enn de jevnaldrende mennene fra de to undersøkelsene fra Statens institutt for alkohol- og narkotikaforskning, men det er ikke foretatt noen signifikantesting av disse forskjellene.

## De etablerte dykkerne sammenlignet med kontrollgruppen

Det var en tendens til høyere selvrapportert alkoholkonsum blant de etablerte dykkerne i forhold til kontrollgruppen ( $p = 0.11$ ).

## Alkoholkonsum fordelt på øl, vin og brennevin

Sammenligner vi de etablerte dykkerne med de unge dykkerne i kontrollgruppen, finner vi at forskjellen i totalt alkoholkonsum skyldes at de etablerte dykkerne har et signifikant ( $p = .018$ ) større konsum av brennevin enn elevene.

**Tab 2.6** Konsum av øl, vin og brennevin, omregnet til ren alkohol liter året, blant de etablerte dykkerne og kontrollgruppen

	Aktive anleggsdykkere N=21 Alder: 41 år Gjennomsnitt (SD)	Kontrollgruppen N=32 Alder: 24 år Gjennomsnitt (SD)	t	p
Øl	3,9 (3,6)	3,2 (2,8)	,65	,521
Vin	1,2 (2,6)	0,6 (1,1)	,97	,344
Brennevin	2,1 (2,0)	0,9 (1,2)	2,52	,018

## Antall ganger dykkerne oppga å ha vært beruset i løpet av et år.

Anleggsdykkerne oppga at de sjeldnere var beruset enn sine yngre kollegaer, til tross for høyere konsum, men forskjellen var ikke signifikant ( $p = .086$ ). Det var stor spredning i beruselsesfrekvens i begge grupper. Hvor ofte de er beruset varierer fra at de aldri er beruset, til en gang i uken blant de unge elevene, og til 30 ganger i året blant de etablerte dykkerne.

## **Sammendrag av intervjuundersøkelsen**

Dykkerne hadde noe kortere utdanning enn sine yngre kolleger, i overensstemmelse med utviklingen ellers i samfunnet, 14% av anleggsdykkerne hadde gymnas eller allmennfaglig studieretning mot 56% av de unge dykkerelevne.

Alt i alt oppga dykkerne få symptomer fra nervesystemet, sammenlignet med andre yrkesgrupper. Det var en nær-signifikant sammenheng mellom antall symptomer og dykkerens alder. Det var ingen klar sammenheng mellom antall dykk og antall symptomer.

Vi fant ikke at forekomsten av trykfallssyke i løpet av karrieren, hvor type trykfallssyke var uspesifisert, påvirket antall symptomer fra nervesystemet.

Anleggsdykkerne oppga et litt høyere alkoholkonsum enn dykkerelevne og enn menn i Oslo i samme alder. Dykkerelevne i kontrollgruppen oppga å ha et lavere alkoholkonsum enn jevnaldrende unge menn bosatt i Osloområdet.

Anleggsdykkerne oppga at de sjeldnere var beruset enn sine yngre kollegaer i kontrollgruppen, til tross for høyere konsum, men forskjellen var ikke signifikant.

# Kap 3. Effekter på lungene

## Marit Skogstad

### Innledning

Under dykking er lungene utsatt for ulik påvirkning. Dykkere er utsatt for øket partialtrykk av oksygen som er kjent å ha en toksisk effekt på lungene. I løpet av dekompresjonsfasen kan venøse mikroembolier eller bobler opptre i lungene. Både mikroembolier og økt oksygenbelastning kan indusere mulige inflammatoriske reaksjoner og forstyrrelser i gassutvekslingen i lungene (Thorsen et al. 1994).

Dykkere puster luft under trykk og i tillegg kan masken også bidra til økt pustemotstand som øker arbeidet med ventilasjonen.

Tidligere undersøkelser av dykkere har vist at dykkere har større lunger enn forventet og at de kan ha tegn på luftveisobstruksjon (Crosbie og Clarke 1977, Crosbie et al. 1979, Davey et al. 1984, Watt 1985, Thorsen et al 1994).

Formålet med denne undersøkelsen var å se om det hadde tilkommet lungeforandringer hos en gruppe av aktive, permitterte og nylig pensjonerte anleggsdykkere. Dykkerne ble sammenliknet med en gruppe verkstedsarbeidere.

### Materiale og metode

*Dykkerne* var alle menn; ansatt, permittert eller tidligere ansatt ved Selmer A/S eller A/S Veidekke. Totalt deltok 21 dykkere i undersøkelsen (tabell 1), hvorav 10 var dagligrøykere. Dykkerne ble sammenliknet med 42 verkstedsarbeidere hvorav 19 var dagligrøykere. Verkstedsarbeidere med kjent lunge eller hjertelidelse ble ekskludert som kontroller (tabell 1).

**Tabell 3.1** Alder, høyde og vekt hos 21 dykkere og 42 kontrollpersoner som deltok i undersøkelsen

	Dykkere N=21 Gjennomsnitt (SD) Range	Kontroller N=42 Gjennomsnitt (SD) Range
Alder (år)	41 (SD=11.1) 24-68	43 (SD=10.7) 24-62
Høyde (cm)	182 (SD=4.2) 170-190	178 (SD=5.8) 170-189
Vekt (kg)	84 (SD=8.8) 67-105	81 (SD=11.3) 55-104

*Lungefunksjonstesten* ble foretatt ved hjelp av Jæger Master lab transfer. Spirometeret ble kalibrert med en to liters sprøyte og et test kalibreringsprogram ble også benyttet ved hjelp av et automatisk kalibreringsprogram. Det beste resultatet av minst tre utførte flow-volum tester ble benyttet i analysene (ATS 1987). Forsert vitalkapasitet (FVC), forsert utåndet luft i løpet av et sekund ( $FEV_1$ ), forsert midt-ekspiratorisk flowrate ( $FEF_{25-75\%}$ ) ble målt. Transfer faktor for karbon monoksyd ( $Tl_{CO}$ ) ble målt i henhold til "single breath holding" metoden (ATS 1987). To målinger av  $Tl_{CO}$  ble utført for hver person. For hvert tilfelle ble gjennomsnittet av de to målingene presentert. Effektivt alveolært volum ( $V_A$ ) ble målt ved heliumfortynning og transfer per unit effektivt alveolært volum ( $K_{CO}$ ) ble utregnet. Residual volumet (RV) ble utregnet.

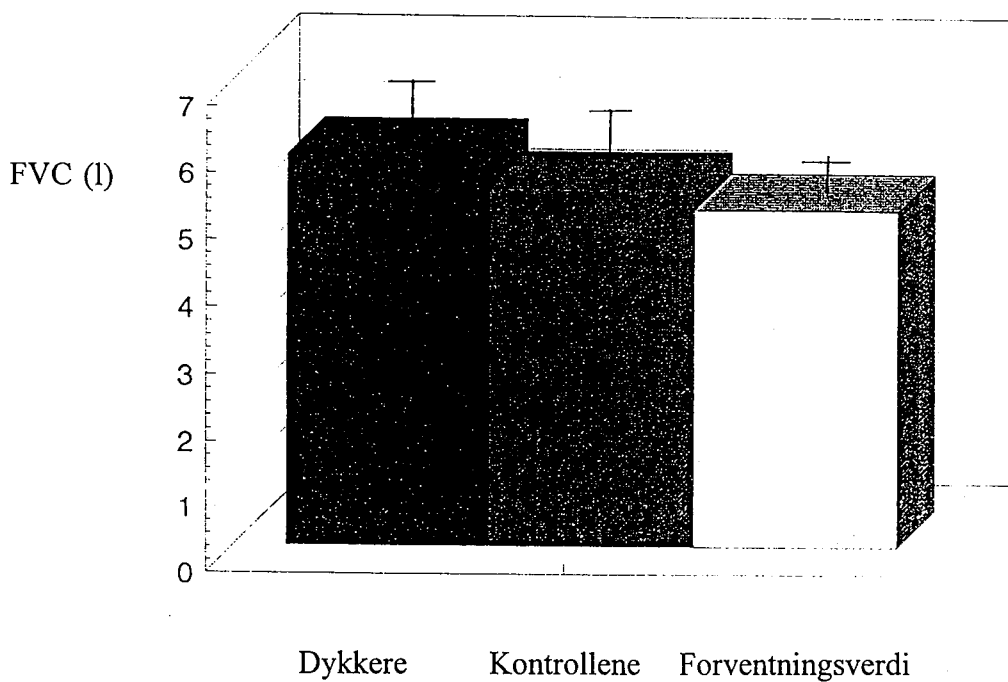
*Statistikk.* Student's to-sidige to-gruppe t-test, to-sidige parete t-test og enkel lineær regresjon ble benyttet i data-analysen. En P-verdi på mindre enn 0.05 ble regnet som signifikant. Alle resultater presenteres som gjennomsnittsverdier.

## Resultater

Tabell 3.2 viser et utvalg av resultatene ved lungefunksjonstesten blant dykkerne og kontrollene. I tillegg presenteres forventningsverdiene til dykkerne basert på et normalmateriale blant amerikanske hvite menn (Knudson et al. 1976). FVC blant dykkerne er signifikant forhøyet, både i forhold til verkstedarbeiderne med gjennomsnittlig 0,5 liter og sammenliknet med forventningsverdien, der forskjellen er gjennomsnittlig 0,8 liter (figur 3.1). Det samme gjør seg gjeldende for alveolærvolumet der dykkerne har signifikant forhøyde verdier. Derimot er flow-hastighet i de små og mellomstore luftveier nedsatt hos dykkerne sammenliknet med kontrollene og forventningsverdien, men forskjellene er ikke signifikante.

Vi ønsket å studere tap i vitalkapasitet som en funksjon av alder. Ved enkel lineær regresjon, der lungefunksjonen var avhengig variabel og alder uavhengig, fant vi at dykkerne har et årlig tap på 40 ml (SE B=13) i FVC mot 40 ml (SE B=11) i kontrollgruppen og et tap i  $FEV_1$  på 40 ml (SE B=11) mot 37 ml (SE B=9) i kontrollgruppen. De røkende dykkerne har et årlig tap i  $FEV_1$  på 60 ml (SE B=19) mot 26 ml (SE B=13) blant ikke-røkerne.

**Figur 3.1** Forsert vitalkapasitet (FVC) blant dykkerne (N=21), kontrollene (N=42) og forventningsverdiene



**Tabell 3.2** Et utvalg av lungefunksjonsverdier blant 21 dykkere sammenliknet med 42 kontroller og forventningsverdien til dykkerne

	Dykkerne N=21 Gjennomsnitt (SD)	Kontrollene N=42 Gjennomsnitt (SD)	Forventningsverdi dykkere
FVC (l)	5.87 (0.8)	5.38 (0.9)*	5.06 (0.4)#
FEV <sub>1</sub> (l)	4.61 (0.7)	4.38 (0.7)	4.13 (0.4)#
FEF <sub>25-75%</sub> (l/s)	4.13 (1.2)	4.40 (1.3)	4.46 (0.5)
V <sub>A</sub> (l)	7.6 (0.9)	7.0 (0.9)*	
Tl <sub>CO</sub> (mmol/min/kPa)	12.9 (2.6)	11.7 (2.2)	11.4 (0.9)#
K <sub>CO</sub> (mmol/min/kPa/l)	1.7 (0.3)	1.7 (0.2)	1.9 (0.1)#
RV (l)	2.04 (0.4)	2.1 (0.4)	2.06 (0.2)

\* Signifikant p<0.05 (to-gruppe, to-sidig t-test) forskjellig fra dykkerne

# " " (paret, to-sidig t-test) " " "

## Diskusjon

Hovedresultatet i undersøkelsen var at dykkerne hadde en betydelig forhøyet vitalkapasitet (FVC) sammenliknet med kontrollene og forventningsverdien. Dette er også beskrevet av andre (Crosbie og Clarke 1977, Crosbie et al. 1979, Davey et al. 1984, Watt 1985). Tidligere har dette fenomenet vært tolket som en positiv seleksjon av dykkere eller hypertrofi av respiratorisk muskulatur (Crosbie og Clarke 1977). To studier av dykkere (Crosbie et al. 1979, Watt 1985) har vist at FVC øker til 30 års alderen hos dykkere for deretter raskt å avta kanskje til patologiske verdier. Pågående studier av unge yrkesdykkere viser at FVC øker etter kort tid i bransjen (Skogstad 37. Nordiske Lungelegekongress, 1994 Bergen, abstrakt).

Årlig tap i FEV<sub>1</sub> er noe mer uttalt blant dykkerne enn blant kontrollene. FEV<sub>1</sub> tapet blant røykende dykkere er 60 ml pr år mens den årlige reduksjonen blant ikke røykerne er innen normalområdet. På bakgrunn av lineære regresjonsmodeller i tverrsnittstudier av friske personer, finner man at årlig tap på 25-35 ml i FEV<sub>1</sub> (Quanjer, 1983). Et lite feilestimat kan gjøre seg gjeldende for våre dykkere pga kohorteffekten. Våre funn tyder på at luftveisobstruksjon kan ramme røykende dykkere, noe også andre har funnet (Rawasami, XXI annual meeting of EUBS, Finland 1995, abstrakt).

Alveolært volum var økt hos dykkerne. Dette kan ha sammenheng med at dykkerne ikke er helt sammenliknbare med kontrollene i det de i gjennomsnitt er 4 cm høyere. På den annen side er det alveolære volumet også betydelig forhøyet blant dykkerne sammenliknet med forventningsverdiene. Det er vist i en tidligere patologisk undersøkelse at dykkere får distensjon av alveolene (Calder et al. 1987).

Dykkerne hadde en ikke signifikant tendens til nedsatt flow (FEF<sub>25-75%</sub>) når vi sammenlikner dem med kontrollgruppen og forventningsverdiene. Andre studier har vist at dykkere kan utvikle luftstrømsobstruksjon i de små og mellomstore luftveier (Crosbie et al. 1979, Thorsen et al. 1990, Thorsen et al. 1993).

Dykkerne i denne undersøkelsen hadde en ikke signifikant tendens til bedre gassutvekslingsverdier enn kontrollene og en signifikant bedre gassutveksling enn for forventningsverdiene. En oppfølgingsundersøkelse av metningsdykkere finner heller ingen nedsatt gassutveksling (Thorsen et al. 1993). Andre studier av metningsdykkere viser umiddelbar reduksjon i gassutveksling etter dykk (Cotes et al. 1987, Suzuki et al. 1991, Thorsen et al. 1990). Våre undersøkelser av unge yrkesdykkere har vist at et enkelt dykk til 50 eller 10 meter, med luft som pustegass, gir reduksjon i gassutvekslingen (Skogstad, ATS 1995, abstrakt og EUBS 1995 abstrakt), men at det tar ca. en uke etter eksponeringen før dette normaliseres (Skogstad, upubliserte data).

"Healthy worker" effekten, det at syke arbeidstakere ikke er å få tak i ved undersøkelses tidspunktet ved en tverrsnittsundersøkelse, gjør sitt til at dykkere som evt. har utviklet alvorlige plager eller fått betydelige endringer av lungefunksjonen ikke lenger arbeider som dykkere. Disse fanges naturlig nok ikke opp i denne undersøkelsen. I tillegg er det en seleksjon inn i dykkeryrket av friske personer i det de må gjennomgå en grundig helseundersøkelse før de kommer inn i yrket.



Flere faktorer kan medvirke til utvikling av luftveisobstruksjon blant dykkere. Dykkere eksponeres for forhøyet partialtrykk av oksygen i forbindelse med dykking. Denne eksponeringen og venøse gasebolier, som dannes i forbindelse med dekompresjonen, kan indusere inflammatoriske lesjoner i lungene. I tillegg vil dykkerne utsettes for økt pustemotstand gjennom dykkemasken, og endringer i gassens viskositet ved trykksetting kan påvirke ventileringen og dermed lungefunksjonen. Nedsenking i vann (immersjon) gir økt mengde blod i brysthulen og dermed muligens forbigående endringer i lungefunksjonen. Om denne eksponeringen gir luftveisobstruksjon på sikt, spesielt hos røykende dykkere, er uviss.

Konklusjonen i denne undersøkelsen er at dykkerne har forstørret vitalkapasitet (FVC) og alveolært volum samt en tendens til luftveisobstruksjon, spesielt blant dykkere som røker.



# Kapitel 4: Effekter på nervesystemet hos anleggsdykkere

Rita Bast-Pettersen

## Bakgrunn

De mest omfattende undersøkelsene av effekter på nervesystemet hos dykkere, er foretatt blant *metningsdykkere*, hvorav dypdykkere (dykk dypere enn 180 meter) danner en undergruppe. Ved havoverflaten er mennesket utsatt for et "omgivelsestrykk" på en atmosfære (=100 kPa) som øker med 1 atm. per 10. meter vanddyp. Kroppen opptar en økende mengde gass proporsjonalt med trykkøkningen, inntil man når et metningspunkt (metningsdykk). Ved for rask oppstigning kan dykkeren få trykkfallsyke, som blant annet kan opptre i form av nevrologiske / nevropsykologiske symptomer. Slike symptomer kan vise seg både i form av akutteffekter og kroniske effekter.

### *Akutteffekter*

Ved dypdykking, dykk dypere enn til 180 meter, risikerer dykkeren å få akutteffekter i form av "høyt trykk-nervesyndrom" (High Pressure Nervous Syndrome, HPNS). De tidligste studiene av slike akutteffekter påviste EEG-forandringer relatert til søvnighet og tremor (Bennet & Rostain, 1993). I en studie av nevropsykologiske effekter av dypdykking, fant man akutteffekter under metning, i hovedsak i form av økt tremor, økt forekomst av langsomme bølger på EEG og økt søvnighet. Likevektsforstyrrelser i form av følelse av ustødighet ble også rapportert av flere (Todnem & Værnes, 1993).

### *Senvirkninger*

Forskning på *dypdykkere* har påvist nevropsykologiske effekter ett år etter siste metningsdykk. De viktigste funnene var redusert autonom reaktivitet, økt håndtremor, redusert spatial hukommelse og redusert finmotorikk (Todnem & Værnes, 1993). I en studie av *metningsdykkere* etter 3,5 år med metningsdykk, fant man det samme, bortsett fra at det her var et annet mål for håndmotorisk tempo som var nedsatt enn hos gruppen med dypdykking (Værnes et al., 1989).

## Formål

Formålet med studien var å studere mulige effekter på nervesystemet hos anleggsdykkere (luftdykkere) med dykk inntil 50 meter. Vi ønsket å undersøke om også anleggsdykkere kan få effekter på nervesystemet, på samme måte som metningsdykkere.

Med utgangspunkt i forskning på *metningsdykkere* ville vi teste om vi kunne påvise en eller flere av følgende effekter: Økt håndtremor, redusert spatial hukommelse, eller redusert finmotorikk.

Med bakgrunn i *annen forskning* på arbeidstakere med risiko for å utvikle lette symptomer på nervesystemet etter eksponering i arbeid, ville vi også teste ut mulige effekter på verbal

hukommelse, effektivitet, reaksjonsevne og resonneringsevne. Et omfattende nevro-psykologisk testbatteri ble anvendt (Bast-Pettersen et al., 1994).

Dykkere er i utgangspunktet en selektert gruppe som har valgt et fysisk krevende yrke, og som dessuten må gjennom en helsekontroll for å få sitt dykkersertifikat ("medical"). Gjennom hele sin yrkeskarriere må dykkerne årlig gjennom en ny medisinsk undersøkelse for å beholde sin medical. Derfor foregår det gjennom mange år i et så krevende yrke fortsatt en seleksjon, i det de minst egnede faller fra (healthy worker effect). Vi forventet å finne en overvekt av arbeidstakere som var spesielt godt egnet eller rustet for et slikt yrke. Vi forventet derfor ikke å finne store utfall ved testing.

## **Metoder**

Dykkerne gjennomgikk en omfattende nevropsykologisk undersøkelse. Hver undersøkelse varte 4-5 timer. Følgende nevropsykologiske testbatteri ble anvendt:

**Motorisk funksjon:** -Static Steadiness, -Grooved Pegboard, -Fingertapping.

**Oppmerksomhet /reaksjonstid:** -Enkel reaksjonstid, -CPT, -Color word.

**Effektivitet:** -Trail Making Test, -Koding -Tactual Performance Test.

**Intellektuell funksjon:** -Informasjon, -Likheter, -Terningmønster, -Billedutfylling.

**Hukommelse:** -Benton, -Innlæring og retensjon av 12 ord, -Tallspenn (NES), -Tallhukommelse (WAIS), -Tactual Performance Test.

### *Statistikk*

På grunn av aldersforskjellen mellom anleggsdykkerne og kontrollgruppen, kunne gruppene enklest sammenlignes for testresultater som er alderskorrigert. For de av testene hvor det forelå gode aldersnormer, ble råskårer (primærdata) transformert til standardiserte skårer som så ble omgjort til T-skårer korrigert for alder (Heathon et al., 1991). T-skårene har et gjennomsnitt på 50 og standard avvik på 10. Students t-test ble anvendt til å beregne forskjell mellom gruppene. Signifikansnivå ble satt til .05. p-verdiene ble beregnet ut fra separate variansestimater.

Ved hjelp av regresjonsanalyse studerte man sammenheng mellom alder, eksponering og ulike effektparametre. I disse analysene inngikk de 21 anleggsdykkerne og de 18 dykkerelevne som var lavt eksponerte (mellomgruppen).

## Resultater

### Nevropsykologisk undersøkelse

I denne delen vil vi først presentere resultater av tester hvor vi ikke forventet effekt av anleggsdykking. Dette er tester som er utført for å vurdere om de to gruppene i utgangspunkt er like med hensyn på kognitiv fungering. Deretter vil vi presentere resultater fra tester hvor man har funnet en effekt blant metningsdykkere, og til slutt vil vi presentere resultater av tester hvor vi har målt funksjoner som har vist seg å være følsomme for annen yrkesbetinget eksponering.

### Intellektuell funksjon

I hovedsak var testresultatene for begge gruppene gode. På prøver for intellektuell funksjon skåret begge gruppene i området rundt 105-110 i IQ. Dette er litt over gjennomsnittet i befolkningen. Tabell 4.1 viser testresultater for tre intellektuelle prøver som er lite følsomme for organisk affeksjon, dvs at ved lett skade, eller ved lette endringer som skyldes aldring etc, så er disse funksjonene som regel intakte.

**Tabell 4.1** Testresultater av tester lite følsomme for organisk affeksjon, hvor man **ikke** forventet forskjell mellom gruppene. Testresultater i form av T-skårer (alderskorrigerte) for 32 ueksponerte elever (kontrollgruppen), og for 21 aktive anleggsdykkerne. (T-skårene har gjennomsnitt 50 og et standard avvik på 10).

	Aktive anleggsdykkere N=21 Alder: 41 år Gjennomsnitt (SD)	Kontrollgruppen N=32 Alder: 24 år Gjennomsnitt (SD)	<i>t</i> - verdi	<i>p</i>
WAIS informasjon	54,13 (7,5)	52,4 (8,6)	.44	.670
WAIS likheter	54,67 (8,5)	53,22 (7,8)	.66	.513
WAIS billedutfylling	61,1 (9,1)	58,07 (8,9)	1.18	.243

At testresultatene er svært like for de to gruppene på tester som måler funksjoner hvor vi ikke forventet forskjeller mellom gruppene, viser at gruppene er svært like med hensyn til intellektuell utrustning. Dette er et godt utgangspunkt når man skal studere funksjoner som er mer følsomme for påvirkning på nervesystemet.

Til tross for at mange flere av de unge dykkerne har videregående skole, presterer ikke de unge dykkerne bedre på intellektuell funksjon enn de eldre. De nær identiske resultatene på prøver for intellektuell funksjon tyder på at seleksjon til yrket over tid har vært uendret med hensyn på intellektuell legning, og den lengre skolegangen blant de yngre elevene avspeiler en generelt lengre skolegang i befolkningen og ikke en endret seleksjon til yrket.

Våre anleggsdykkere har en intellektuell funksjon som ligger nær opp til hva Værnes og medarbeidere fant hos dypdykkere og metningsdykkere (Værnes et al., 1989). Dette tyder på at seleksjonen til dykkeryrket, enten det er anleggsdykking eller metningsdykking, er den samme.

## **Resultater fra prøver hvor man har funnet utfall blant metningsdykkere**

Værnes og medarbeidere fant økt håndtremor, redusert spatial hukommelse og redusert finmotorikk hos metningsdykkere som drev med dypdykking (metningsdykking) til dyp mellom 300 og 500 meter ett år etter siste metningsdykk (Todnem & Værnes 1993). Hos en gruppe metningsdykkere med dykk til rundt 90 meter fant Værnes og medarbeidere økt håndtremor, redusert spatial hukommelse og redusert håndmotorisk tempo etter 3,5 år med dykking, sammenlignet med prestasjoner før de begynte med metningsdykk (Værnes et al, 1989).

### **Håndtremor**

Dykkernes håndstødighet ble målt ved at de skulle forsøke å holde en strømførende penn i ro i små hull som var boret inn i en strømførende plate. Tremor (skjelving) ble registrert med fire variabler; tid og antall ganger dykkeren berørte metallplaten med den strømførende pennen, med henholdsvis dominant (vanligvis høyre) hånd og ikke-dominant (vanligvis venstre) hånd. Begge gruppene hadde gode prestasjoner på tremortesten. Sammenlignet med normer for testene, gjorde begge gruppene det bedre enn forventet.

I befolkningen er det en moderat sammenheng mellom alder og håndtremor, i et materiale på 169 arbeidstakere (alder:18-68 år) med ulike eksponeringer fant man positiv korrelasjon ( $r=.320$ ,  $p=.000$ ) mellom "antall" (egentlig antall registreringer) og alder (Bast-Pettersen, unpubl. data). Værnes og medarbeidere fant en sammenheng mellom alder og tremor ( $r=.29$ ,  $p<.01$ ) hos en gruppe dykkere før de begynte med metningsdykk (Værnes et al. 1989).

Tabell 4.2 viser prestasjonene for dykkerne og kontrollene på de fire funksjonene, tid og antall ganger det registreres at dykkeren kommer nær kanten på hullet i platen med den strømførende pennen; jo lavere tall, jo bedre prestasjon. Siden det ikke foreligger gode nok aldersnormer for denne testen, presenteres resultatene bare med råskårer eller absolutt prestasjon.

**Tab 4.2** Tremor. Resultat fra stødighetstesten, tid i sekunder og antall ganger det registreres en berøring, mellom en strømførende penn og plate; jo lavere tall, jo bedre prestasjon.

	Aktive anleggsdykkere Alder: 41 år N=21	Kontrollgruppen Alder: 24 år N=32		
	Gjennomsnitt (SD)	Gjennomsnitt (SD)	t- verdi	p tosidig
Stødighet antall, dominant hånd	69 (47)	45 (41)	1.95	.058
Stødighet tid (sek), dominant hånd	3,9 (2,6)	5,0 (14,4)	-.43	.673
Stødighet antall, ikke- dominant hånd	79 (50)	69 (79)	.54	.595
Stødighet tid (sek), ikke-dominant hånd	4,5 (2,7)	4,2 (4,7)	.32	.748

Som det fremgår av tabell 4.2, var anleggsdykkernes prestasjoner bare svakere på en av fire registreringer, på en av registreringene er faktisk dykkerne bedre enn kontrollgruppen.

Tatt i betraktning at øket alder gir øket tremor, er de eldste dykkernes prestasjon på denne testen svært gode. Vi forventet at de eldste dykkerne ville prestere svakere, uavhengig av deres eksponering. En korrelasjonsanalyse på prestasjonene for anleggsdykkerne, viser motsatt tendens: de eldste dykkerne og de som har dykket mest, presterer best på tremor-testen. For antall berøringer mellom penn og plate finner vi en signifikant korrelasjon mellom antall dykk og god prestasjon; både for begge hendene samlet ( $r = .45$ ,  $p = .04$ ) og for ikke-dominant hånd ( $r = .45$ ,  $p = .04$ ), og en nærsignifikant sammenheng ( $r = .40$ ,  $p = .07$ ) for dominant hånd.

Det er også en nærsignifikant sammenheng mellom alder og god prestasjon (antall berøringer) for hendene samlet ( $r = .39$ ,  $p = .08$ ).

Vi kan konkludere med at i vårt utvalg av anleggsdykkere, har vi ikke funnet noen effekt av anleggsdykking med hensyn på tremor.

## Finmotorikk

Finmotorisk tempo ble studert ved hjelp av et pinnebrett bestående av 25 pinner. Pinnene skal plasseres så raskt som mulig, med en hånd av gangen. Pegboard-testen kan anvendes til å påvise tidlige tegn på endring av håndfunksjon, og den har blant annet vist seg å være et valid instrument til å fange opp forandringer i hudsirkulasjon/nevrologi induisert av vibrasjonseksponering (Stranden et al, 1995)

Tabell 4.3 viser resultatene på pegboard-testen både i absolutt prestasjon (råskåre) og



aldersjustert T-skåre hvor gjennomsnitt er 50 og standard avvik er 10.

**Tab 4.3** Finmotorisk tempo, Pegboard. Råskårer og aldersjusterte, standardiserte skårer. Råskårene: jo lavere resultat, jo bedre prestasjon. T-skårene: Jo høyere tall, jo bedre prestasjon.

	Anleggsdykkerne Alder: 41 år N=21	Kontrollgruppen Alder: 24 år N=32		
	Gjennomsnitt (SD)	Gjennomsnitt (SD)	t- verdi	p
Pegboard dominant hånd, råskåre	69,4 (11)	60,5 (10)	3.47	.002
Pegboard dominant hånd, aldersjustert T-skår	50 (12)	54 (9)	-1.19	.240
Pegboard ikke- dominant hånd, råskåre	73,9 (8)	66,7 (11)	2.70	.009
Pegboard ikke- dominant hånd, aldersjustert T-skår	46 (7)	49 (10)	-1.18	.242

I absolutt prestasjon gjør de eldste dykkerne det svakere enn elevene, men denne forskjellen forsvinner når vi aldersjusterer skårene. En tilsynelatende klar forskjell mellom de eksponerte dykkerne og kontrollgruppen kan forklares ut fra aldersforskjellen. En korrelasjonsanalyse på prestasjonene for anleggsdykkerne viser en signifikant korrelasjon mellom alder og svak prestasjon; både for høyre hånd ( $r = .45$ ,  $p = .04$ ) og for venstre hånd ( $r = .43$ ,  $p = .05$ ). Vi finner ingen sammenheng mellom prestasjon på pegboard testen og antall dykk.

## Håndmotorisk tempo

Håndmotorisk tempo ble testet med en databasert test som registrerte hvor mange ganger dykkeren kunne trykke ned en tast i løpet av en viss tid (Fingertapping, NES2). Dette er en mindre følsom test enn pegboard. Vi fant at de unge elevene var noe raskere enn anleggsdykkerne, men forskjellen var bare signifikant for venstre hånd ( $t = 2,34$ ,  $p = .02$ ). Korrelasjonsanalyse viste ingen sammenheng mellom prestasjon og alder eller dykk, med unntak av en deltest hvor man alternerer med å bruke venstre og høyre hånd, en prøve som ikke ble anvendt i studien av metningdykkere (Værnes et al, 1989). På denne delprøven var det en nær signifikant sammenheng mellom svak prestasjon og alder blant anleggsdykkerne ( $r = -.39$ ,  $p = .08$ ), og en svakere sammenheng mellom antall dykk og svak prestasjon ( $r = -.36$ ,  $p = .11$ ). (Regresjonsanalyse hvor alder og antall dykk ble holdt sammen, ga ingen avklaring av det innbyrdes forhold mellom de to bakgrunnsvariablene.)

I motsetning til hva man fant blant metningsdykkere med dypdykking, finner vi altså ingen sikker effekt på håndfunksjon hos vårt utvalg av anleggsdykkere, hverken i form av tremor, finmotorikk eller håndmotorisk tempo.

## Spatial hukommelse

Den siste funksjonen hvor Værnes og medarbeidere (Værnes et al, 1989) fant utfall blant *metningsdykkere* og som vi også testet, var en test for spatial hukommelse. Denne testen er en del av en test hvor personen skal plassere en rekke klosser i riktige former med bind for øynene. I tabell 4.4 vises resultatene både med hensyn på effektivitet i løsning av oppgaven (TPT Totaltid), og spatial hukommelse (TPT Lokalisasjon).

**Tabell 4.4** Tactual Performance Test, effektivitet (TPT totaltid) og hukommelse (TPT lokalisasjon). Råskåre og aldersstandardisert T-skåre.

Funksjon	Test	Anleggsdykkerne	Kontrollgruppen	<i>t</i> -verdi	<i>p</i>
		Alder: 41 år N=20	Alder: 24 år N=32		
		Gjennomsnitt (SD)	Gjennomsnitt (SD)		
Effektivitet	TPT Totaltid, råskåre	12,6 (4,2)	10,5 (4,5)	1.71	.094
"	TPT Totaltid, alderskorrigert T-skåre	52,1 (8,3)	53,3 (11,9)	.47	.640
Spatial Hukommelse	TPT lokalisasjon, råskåre	6,8 (1,9)	7,9 (1,5)	2.32	.026
"	TPT lokalisasjon, alderskorrigert T-skåre	60,2 (10,7)	64,8 (10,6)	1.54	.131

### *Effektivitet*

Som ved finmotorisk tempo ser vi at de aktive dykkerne gjør det svakere enn elevene i absolutt prestasjon på TPT totaltid, men at denne forskjellen forsvinner når vi aldersjusterer skårene. En tilsynelatende klar forskjell mellom de eksponerte dykkerne og kontrollgruppen kan forklares ut fra aldersforskjellen. En korrelasjonsanalyse på prestasjonene for TPT totaltid (effektivitet) og alder versus antall dykk blant de eksponerte dykkerne, viser en klar sammenheng mellom alder og svakere prestasjon på TPT Totaltid (råskåre) ( $r=.44$ ,  $p=.006$ ); alderen påvirker med andre ord effektiviteten. En tilsvarende korrelasjonsanalyse mellom dette målet på effektivitet og antall dykk gir i vårt materiale en svakere, ikke-signifikant sammenheng ( $r=.24$ ,  $p=.142$ ), og ved regresjonsanalyse finner vi at det er alder, og ikke antall dykk som bestemmer effektiviteten.

### *Spatial hukommelse*

Værnes og medarbeidere fant en klar sammenheng mellom spatial hukommelse og metningsdykking (Værnes et al, 1989). Som det fremgår av tabellen presterer dykkerne signifikant svakere enn kontrollgruppen i absolutt prestasjon, en forskjell som blir mindre

ved alderskorrigerings. En korrelasjonsanalyse blant de eksponerte dykkerne mellom råskåren for TPT lokalisasjon og alder viser en klar sammenheng; De eldste husker dårligst ( $r = .35$ ,  $p = .03$ ) mens en tilsvarende korrelasjonsberegning mellom spatial hukommelse og antall dykk, ikke viser en klar sammenheng ( $r = .28$ ,  $p = .19$ ). Ved regresjonsanalyse finner vi at alder i større grad enn antall dykk påvirker prestasjon på spatial hukommelse.

Vi har altså ikke funnet noen effekt av anleggsdykking på spatial hukommelse.

## Resultater fra tester hvor man har funnet utfall hos andre yrkesutøvere med eksponeringer som kan påvirke nervesystemet

### Effektivitet

Mens effektivitet under løsning av Tactual Performance Test (TPT) ble beskrevet under avsnittet "spatial hukommelse", fordi det dreier seg om to delprøver fra samme test, blir Trail Making Test (TMT) og "Tallsymbol" beskrevet her. Begge testene utføres med papir og blyant. "Tallsymbol", som er en deltest fra WAIS, krever at man skal kode om symboler til tall i løpet av en viss tid, mens Trail Making Test som består av to deler, krever at man skal lage en "sti" med blyanten ved å gå fra tall til tall (Trails A) eller annenhver gang mellom tall og bokstav (Trails B).

I tabell 4.5 er begge testene presentert med råskårer og omregnet til aldersjustert T-skårer, hvor gjennomsnitt er 50 og standard avvik er 10.

Tab 4.5 Effektivitet, råskårer og aldersnormerte T-skårer

	Anleggsdykkerne Alder: 41 år N=21	Kontrollgruppen Alder: 24 år N=32		
	Gjennomsnitt (SD)	Gjennomsnitt (SD)	t	p
Tallsymbol WAIS, råskår	47,5 (9,8)	57,9 (9,0)	3.90	.000
Tallsymbol WAIS, aldersjustert WAIS-skår	48,3 (7,3)	51,0 (7,7)	1.33	.191
TrailMaking test A, råskår	28,5 (8,4)	23,1 (7,5)	2.37	.023
TrailMaking Test A, aldersjustert T-skår	50,9 (8,5)	55,6 (12,4)	1.64	.106
Trail Making Test B, råskår	85,1 (30,0)	70,1 (42,0)	1.53	.132
Trail Making Test B, aldersjustert T-skår	48,1 (7,2)	52,6 (14,2)	1.51	.137
Trail Making Test A+B, aldersjustert T-skår	49,5 (6,0)	54,1 (11,9)	1.86	.069

Resultatene på prøvene for effektivitet er helt normale og varierer rundt gjennomsnitt for friske personer i tilsvarende alder. De unge dykkerne presterer best, både i absolutt prestasjon, men også når prestasjonene presenteres i aldersjusterte skårer. Den klare forskjellen mellom gruppene på koding og Trails A blir borte eller svakere når vi aldersjusterer skårene. Summerer vi de aldersjusterte skårene på Trails A og B finner vi en nærsignifikant forskjell.

Ved korrelasjonsanalyse på prestasjonene til de eksponerte dykkerne, finner vi at det er en sammenheng mellom antall dykk og de ulike målene på effektivitet, på samme måte som det er mellom alder og effektivitet, men ved regresjonsanalyse klarer vi ikke å skille ut hvor mye større betydning alderen har enn antall dykk.

Vi har altså ikke funnet noen *klar* effekt av dykkeeksponering på disse testene for effektivitet.

## Hukommelse

I tillegg til testing av "spatial" hukommelse som er presentert i eget avsnitt, gjennomgikk dykkerne fire hukommelsestester hvorav to ble presentert auditivt (man skulle huske det man **hørte**) og to ble presentert visuelt (man skulle huske det man **så**).

Tolv ords prøven går ut på at dykkeren skal lære inne en rekke på tolv ord som blir lest opp. Ordrekken presenteres flere ganger, og etter også å ha blitt presentert for en annen ordrekke, skal han gjengi den første ordrekken på nytt og deretter huske den etter en time. Tallspenn er en deltest fra WAIS hvor personene skal gjengi så mange tall som mulig etter at de er blitt lest opp; enten i samme rekkefølge som de presenteres eller motsatt (baklengs). En lignende prøve (Tallspenn, NES) ble også gitt visuelt, ved at tallene kom frem på en dataskjerm og hvor man skulle skrive inn tallrekken umiddelbart etter presentasjon.

Den fjerde hukommelsestesten som ble anvendt, var Bentons visuelle hukommelsestest, her skulle dykkeren etter hukommelsen tegne geometriske figurer som han hadde fått se.

### *Tallhukommelse*

Dykkerne klarte å huske færre tall som de fikk lest opp forlengs enn de yngre elevene i kontrollgruppen, en forskjell som ble borte når prestasjonen ble alderskorrigert. På de andre prøvene for tallhukommelse var det ingen forskjell mellom gruppene, i absolutt prestasjon.

Vi har altså ikke funnet noen forskjell mellom gruppene når det gjelder hukommelse for tall.

### *Hukommelse for ord*

Dykkernes prestasjon på 12 ord-prøven var signifikant svakere enn kontrollgruppen, både med hensyn på innlæring og hva de husket etter en time.

Ved regresjonsanalyse finner vi en tendens til at antall dykk i større grad enn alder påvirker hvor mye dykkeren *husker* etter en time ( $p = .15$ ). Vi finner at alder er noe viktigere enn eksponering med hensyn til hvor mange forsøk som dykkeren trenger for å *lære inn* ordrekken.

Vi har ikke funnet at eksponering for dykk har medført at dykkerne har større problemer med å lære inn ord, men vi har funnet en svak tendens til sammenheng mellom eksponering for dykking og hvor godt det som er innlært *huskes* over tid.

### *Visuell hukommelse*

De eksponerte dykkerne hadde signifikant svakere prestasjoner på Bentons visuelle test, men ved regresjonsanalyse fant vi at alder i større grad enn eksponering påvirket prestasjonene på Benton.

Vi har altså ikke funnet noen klar effekt av dykking når det gjelder visuell hukommelse slik den er testet her.

Vår konklusjon er at vi ikke har funnet at eksponering for dykking gir innlærings-

problemer. Det er en svak tendens til at de dykkerne som har dykket mest "lagrer" det innlærte stoffet dårligere, dvs at de husker litt dårligere over tid.

## Resonnering

"Terningmønster" er en deltest fra WAIS hvor man ved hjelp av mønstrede klosser skal kopiere ulike mønstre som vises på et bilde. Terningmønster er den av WAIS-testene som i høyest grad måler "visuospatial organisering". En har i flere studier funnet at lett påvirkning på nervesystemet kan medføre problemer med å løse oppgaver som stiller krav til "visuospatial organisering" (Lezak, 1983).

**Tab 4.6** Terningmønster, WAIS. "Visuell resonnering"; Råskårer og aldersnormerte T-skårer

	Anleggsdykkerne Alder: 41 år N=21	Kontrollgruppen Alder: 24 år N=32		
	Gjennomsnitt (SD)	Gjennomsnitt (SD)	t	p
Terningmønster WAIS, råskår	37,6 (6,0)	41,5 (6,7)	-2.21	.032
Terningmønster WAIS, alderjustert T-skår	50,5 (6,4)	53,8 (8,6)	-1.58	.120

Kontrollgruppen presterer noe bedre enn dykkerne på denne testen.

For å vurdere om en funksjon er nedsatt, kan man sammenligne prestasjonene på tester som ikke er så følsomme for påvirkning på nervesystemet, med tester som er mer følsomme for slik påvirkning (Bast-Pettersen et al, 1994, Lezak, 1983). For hver person beregnet vi differansen mellom aldersjusterte tester, for deretter å beregne om det var noen klar forskjell mellom gruppene.

**Tab 4.7** Differanse mellom WAIS Billedutfylling, og WAIS Terningmønster, angitt i aldersskalerte WAIS-skårer (som har gjennomsnitt 10 og SD=3), og mellom tre WAIS "hold-tester" og tre "don't hold" tester.

	Anleggsdykkerne Alder: 41 år N=21	Kontrollgruppen Alder: 24 år N=29		
	Gjennomsnitt (SD)	Gjennomsnitt (SD)	t	p
WAIS: Billedutfylling -Terningmønster	3,19 (2,75)	0,93 (2,73)	2.88	.006
WAIS: Forskjellen mellom 3 "robuste" tester og 3 tester følsomme ved påvirkning på nervesystemet.	1,88 (1,98)	0,40 (1,50)	2.90	.006

Tabell 4.7 viser differansen mellom "Billedutfylling" og "Terningmønster". Vi finner at denne differansen er mye større blant dykkerne enn blant kontrollgruppen. Deretter viser vi den gjennomsnittlige forskjellen mellom summen av tre deltester fra WAIS som regnes

som lite påvirkelige for lett mental reduksjon, og tre deltester som ikke er så lett påvirkelige. ("Hold-tester" - "Don't-hold-tester"). Selv om den absolutte forskjellen mellom de to typer prestasjoner minker, er tendens like klar: Dykkerne presterer svakere på tester som er følsomme for organisk reduksjon.

Som det fremgår av tabell 4.7, er det en signifikant forskjell mellom gruppene med hensyn til problemer med visuell resonnering, sammenlignet med en visuell test som er mindre følsom for lett mental svikt (P= .006). Vi finner den samme klare tendensen når vi summerer tre "robuste" ("hold") tester og med tre "ikke-robuste" (don't-hold) tester (p= .006).

Til tross for at vi her har studert aldersjusterte tester, ønsket vi å se om effekten fortsatt var til stede når vi analyserte resultatene bare innenfor gruppen av anleggsdykkere. Ved regresjonsanalyse hvor bare anleggsdykkerne inngår, finner vi en klar sammenheng mellom dykkeksponering og differansen mellom billedutfylling og terningmønster (tab. 4.8).

**Tab. 4.8** Sammenheng mellom dykkeksponering og svakere prestasjon på WAIS terningmønster blant anleggsdykkerne

---

\* \* \* \* Multippel regresjon \* \* \* \*

Avhengig variabel: BILLEDUTFYLLING-TERNINGMØNSTER

Method: Enter Variabel: 1. LOGDYKK (antall dykk logaritmisk skala)

----- Variabler i ligningen -----

Variabel	B	SE B	Beta	T	Sig T
LOGDYKK	2,713374	1,098008	,493184	2,471	,0231
(Constant)	-6,077456	3,788458		-1,604	,1252

---

Ved en kvalitativ vurdering av to resonneringstester, finner vi en lett svikt hos den eksponerte gruppen på en funksjon som vanligvis tilskrives lett reduksjon i forhold til tidligere prestasjon.

Vi har i vårt materiale funnet en lett svikt i løsning av oppgaver følsomme for påvirkning på nervesystemet, sammenlignet med mer robuste oppgaver. Vi mener at denne forskjellen kan tilskrives eksponering for dykking.

## Reaksjonstid

Todnem og Værnes (1993) fant at metningsdykkere og dypvannsdykkere fikk redusert autonom reaktivitet, en funksjon som vi ikke har testet i vårt prosjekt. Som et mål på dykkernes årvåkenhet brukte vi tre tester for reaksjonsevnen, hvor både enkel og sammenlagt reaksjonsevne ble testet. Enkel reaksjonstid ble testet ved at dykkeren skulle reagere ved å trykke på en knapp så snart et lysende signal viste seg på dataskjermen, mens på de

to mer sammensatte prøver for reaksjonsevne måtte dykkeren, i tillegg til å reagere også gjøre en vurdering; han skulle bare trykke på knappen hvis bestemte forutsetninger var til stede (Continous Performance Test CPT og Colour Word).

Tabell 4.9 viser forskjellen mellom gruppene i absolutte prestasjoner, både på den enkle og på de to sammensatte prøvene for reaksjonstid.

**Tab 4.9** Reaksjonsevne. Enkel og sammensatt reaksjonstid, NES-batteriet. Resultatene er i millisekunder, jo høyere tall, jo svakere prestasjon

	Anleggsdykkerne Alder: 41 år N=20	Kontrollgruppen Alder: 24 år N=28	t	p
	Gjennomsnitt, millisek (SD)	Gjennomsnitt, millisek (SD)		
Enkel reaksjonstid (RT)	237,4 (26)	219,6 (20)	2.56	.015
Vedvarende sammensatt reaksjonstid (CPT)	401,7 (37)	372,6 (31)	2.83	.008
Colour word (sammensatt reaksjonstid)	655,8 (51)	600,1 (72,6)	3.05	.004

Det er en klar forskjell mellom den eksponerte gruppen og kontrollgruppen. På grunn av den store aldersforskjellen mellom de to gruppene, og siden det ikke forelå gode aldersnormer, ønsket vi å gjøre en grundigere analyse av resultatene.

Tabell 4.10 viser sammenheng (korrelasjon) mellom alder, antall dykk og prestasjoner på de tre prøvene for reaksjonstid. Vi finner at Continous Performance Test er den av reaksjonstidstestene som i størst grad korrelerer med dykkeeksponering ( $r = .4577$ ,  $p = .005$ ), samtidig som sammenhengen med alder er svak. Color word, som i større grad er en test for mental effektivitet, påvirkes mer av alder.

**Tabell 4.10** Sammenheng mellom alder, antall dykk og prestasjoner på de tre prøvene for reaksjonstid. NESRT= enkel reaksjonstid, NESCPT=sammensatt reaksjonstid, NESCOLWO=sammensatt reaksjonstid.

	- - Korrelasjons koeffisienter - -		
	NESRT	NESCPT	NESCOLWO
ALDER	,0386 ( 37) P= ,821	,2608 ( 36) P= ,124	,4711 ( 36) P= ,004
LOGDYKK (antall dykk)	,1787 ( 37) P= ,290	,4577 ( 36) P= ,005	,5180 ( 36) P= ,001
(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)			



Som det fremgår av Tabell 4.10, er det liten sammenheng mellom enkel reaksjonstid og alder. Dette er i overensstemmelse med forskning på reaksjonstid. I et større materiale (N=169) av personer med ulike yrkeseksponeringer, fant vi bare en svak sammenheng mellom alder og enkel reaksjonstid ( $r = .229$ ,  $p = .003$ ), til tross for at de eldste personene i dette materialet hadde mange års eksponering for ulike nevrotoksiske stoffer (Bast-Pettersen, upubliserte data). Mange forskere har ment at effekten av alder på enkel reaksjonstid ikke viser seg før i 60-års alderen (Woodworth og Schlosberg, 1954).

Ved regresjonsanalyse ønsket vi så å studere sammenhengen mellom alder og dykk på den ene siden og reaksjonstid på den andre siden. Vi summerte enkel reaksjonstid (RT) og Continuous Performance Test (CPT) og gjorde en regresjonsanalyse, først blant de eksponerte dykkerne, som vist i tabell 4.11.

**Tab 4.11** Sammenligning mellom summen av to reaksjonstidstester, RT og CPT, med alder og eksponering for dykk blant dykkerne og de eksponerte dykkerelevne

---

```

* * * * Multippel regresjon * * * *
Dependent Variable..  SUM CPT+RT
Method:  Enter      1..  ALDER      2..  LOGDYKK
----- Variables in the Equation -----
Variable              B           SE B           Beta           T           Sig T
ALDER                 -3,326003    1,529333    -,645953    -2,175    ,0371
LOGDYKK               85,522269    28,401943    ,894358     3,011    ,0050
(Constant)           471,667397    49,611730

```

---

Ved regresjonsanalyse finner vi at det er eksponering for dykk og ikke alder som påvirker reaksjonstiden mest når vi studerer de eksponerte dykkerne.

Vi gjorde deretter en tilsvarende analyse hvor bare de etablerte anleggsdykkerne inngikk. Resultater forelå for 18 anleggsdykkere. Tabell 4.12 viser sammenhengen mellom alder og dykk på den ene siden og reaksjonstid på den andre siden, bare blant de eksponerte anleggsdykkerne.

**Tab 4.12** Sammenligning mellom summen av to reaksjonstidstester, RT og CPT, med alder og eksponering for dykk bare blant anleggsdykkerne (within group)

---

\* \* \* \* M U L T I P P E L   R E G R E S J O N   \* \* \* \*

Dependent Variable..    SUM CPT+RT

Method:    Enter            Variable(s)    1.. ALDER    2.. LOGDYKK

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
ALDER	-6,412234	2,392500	-1,206154	-2,680	,0171
LOGDYKK	110,269656	50,569549	,981324	2,181	,0456
(Constant)	520,294151	96,216735		5,408	,0001

---

Ved regresjonsanalyse finner vi at det er eksponering for dykk og ikke alder som påvirker reaksjonstiden mest når vi studerer de eksponerte anleggsdykkerne dykkerne (within group). Både tabell 4.11 og 4.12 viser en klar sammenheng mellom lengre reaksjonstid og eksponering for dykk. Tidobles antall dykk, ser vi av tabell 4.12 at summen av de to reaksjonstidstestene øker med 110 millisek blant de etablerte dykkerne. Motsatt ser vi at med et års økning i alder, så forkortes reaksjonstiden.

Vi fant ingen effekt på reaksjonstiden av trykkfallsyke slik vi hadde registrert den (de fleste hadde hatt "type 1", hvor det ikke forventes effekter på nervesystemet).

Vi fant heller ingen sammenheng mellom *alkoholkonsum* og reaksjonsevne, hverken når vi sammenlignet de eksponerte og de ikke eksponerte dykkerelevne, eller når vi bare studerte de eksponerte dykkerne. Forskjellen i reaksjonsevne kan altså ikke forklares ut fra høyere alkoholkonsum hos de eldre dykkerne.

Vi har funnet en klar forskjell i reaksjonsevne mellom dykkerne og kontrollgruppen. Ved regresjonsanalyse finner vi at denne forskjellen ikke kan forklares ut fra forskjellen i alder. Vi mener at denne effekten kan tilskrives eksponering for dykking.

## Sammendrag av den nevropsykologiske undersøkelsen

Vi har i en tverrsnittsundersøkelse studert en gruppe anleggsdykkere med lang tids eksponering som dykkere. Til tross for høy eksponering fant vi små effekter hos denne gruppen av friske arbeidtakere som er blitt i jobben. Dette kan være utslag av en "healthy worker effect", der de som er blitt syke er sluttet som dykkere.

Vi fant et godt generelt evnenivå i begge grupper, med tendens til gode prestasjoner blant dykkerne med lengst fartstid. Dette kan ha sammenheng med seleksjon til yrket, men det kan også være en indikasjon på at det å ha et godt evnenivå øker sannsynligheten for å klare å forbli i et så belastet yrke (healthy worker effekt).

I motsetning til hva man har funnet hos metningsdykkere, fant vi ikke økt forekomst av tremor eller nedsatt håndmotorikk hos anleggsdykkerne.

Vi fant heller ikke noen effekt av anleggsdykking på spatial hukommelse, selv om vi ut fra våre data ikke helt kan utelukke en mulig sammenheng.

Forøvrig fant vi ingen utfall på hukommelsestester hvor innlæringsevnen ble testet, men vi mener at det kan være en viss sammenheng mellom hukommelse (lagring) og eksponering, selv om dette er noe usikkert.

Vi fant også en mulig sammenheng mellom kognitiv effektivitet og eksponering, men også dette funnet er usikkert.

Vi fant en moderat svikt i visuell resonnering/ forståelse av oppgaver løst ved hjelp av syn, som vi mener kan tilskrives eksponering for dykking.

Den klareste indikasjonen på at eksponeringen for dykking kan ha gitt en effekt på nervesystemet, var resultatene på prøver for reaksjonstid. Her var forskjellen mellom de eksponerte og kontrollgruppen helt klar, og ved ulike statistiske analyser fant vi at denne forskjellen ikke kan tilskrives alder men eksponering for dykking.

Anleggsdykkeres eksponering skiller seg fra metningsdykkere ved at de langt hyppigere er utsatt for kompresjon/dekompresjon enn metningsdykkere. På den annen side er metningsdykkere eksponert for langt høyere trykk, og de har også en høyere oksygenbelastning.

Virkningsmekanismene på nervesystemet ved luftdykking bør studeres nærmere.



# Kap 5. Effekter på hørsel

## Marit Skogstad

### Innledning

Flere studier blant yrkesdykkere har vist høy forekomst av høy-frekvent hørselstap som sammenliknet med den generelle befolkning (Molvær et al. 1985, Molvær og Albrektsen 1990). Det er også påvist hørselstap blant dykkere der det ikke har vært holdepunkter for støy-påvirkning (Bennett og Elliott 1993). Blant sportsdykkere er det funnet hørselstap av cochlear type i de høye frekvensene mens blant kvinnelige perledykkere i Asia vises hørselstapet i de lavere frekvenser (Molvær et al. 1985).

Andre studier indikerer at hørselen hos dykkere ikke er annerledes enn i den generelle befolkning eller sammenliknbare kontrollgrupper (Brady et al. 1976, Bennett og Elliott 1993).

Det er vist høyt støynivå i trykk-kamre (120dBA) og i dykkerhjelmer har det vært målt opp til 112dBA (Bennett og Elliott 1993).

Gjennomgått trykkfallsyke, dekompresjonstress, barotraume, akustisk traume, hodeskade og sekvele etter infeksjoner har i en studie vist seg å være av betydning for nedsatt hørsel blant dykkere (Edmonds et al. 1992).

Saltvann leder lyd 1550 m/sek mens tilsvarende for luftledning er 330 m/sek. Vi må derfor anta at anleggsdykkere har en betydelig støyeksponering i det de f.eks håndterer vibrerende verktøy.

### Materiale og metode

*Dykkerne* som deltok i undersøkelsen var alle menn som var ansatt, permittert eller nylig pensjonert ved Selmer A/S eller A/S Veidekke. Totalt deltok 21 dykkere i undersøkelsen (tabell 5.1). Av dykkerne kan 8 ha vært utsatt for støy i tidligere yrker, hvorav en hadde kjent støyskade før han begynte som dykker. En dykker oppga plutselig venstresidig hørselstap etter et dykk. Dette kan dreie seg om en episode med trykkfallsyke eller barotraume. En annen oppga å ha gjennomgått barotraume med sprenge trommehinner. Molvær et al. (1985) og flere andre forfattere har vist at røyking kan påskynde skader i høyfrekvensområdene. Dette er også vist i dyrestudier. Vi sammenliknet dykkerne med en gruppe støyutsatte verkstedarbeidere der nær havparten var røkere. Totalt utgjorde antall kontroller 35 personer. I tillegg hadde vi tilgjengelige data fra en større befolkningsundersøkelse i Norge (Molvær et al. 1983).

**Tabell 5.1** Alder og røykevaner hos 21 dykkere og 35 kontroller som deltok i tverrsnittstudien

	Dykkere N=21 Gjennomsnitt (SD) Range	Kontroller N=35 Gjennomsnitt (SD) Range
Alder (år)	41 (SD=11.1) 24-68	42 (SD=11) 24-62
Daglig røykere	10	15

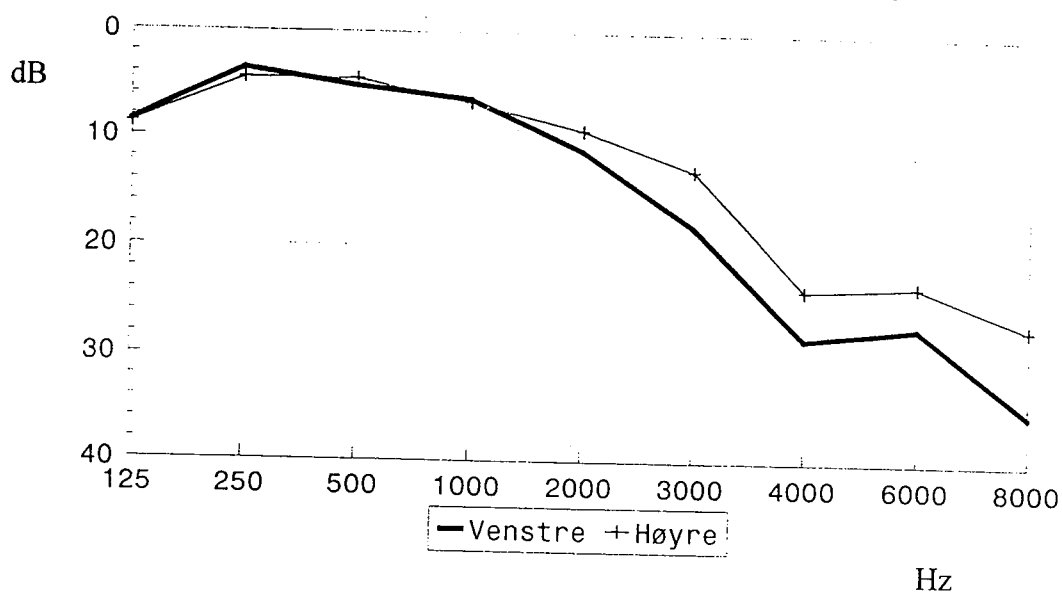
*Hørselsundersøkelsen* ble foretatt med Diagnostic Audiometer model TA 155 i T-cabin model 70, type 3240. Vi fulgte Direktoratet for arbeidstilsynets retningslinjer for hørselsundersøkelse (Best nr. 416).

*Statistikk.* Vi brukte to-sidig paret t-test og to-sidig to-gruppe t-test i analysene. Vi brukte lineær multippel regresjonsanalyse i analysen av dykkernes hørsel der desibeltapet var avhengig variabel og røyking, alder og antall dykk var uavhengige variabler. Signifikansnivå ble satt til 0.05.

## Resultat

Figur 5.1 viser sammenlikning av gjennomsnittsverdiene for høyre og venstre øre for dykkerne. Fra 2 kHz området er hørselen dårligere på venstre sammenliknet med høyre øre. Dette gir en signifikant dårligere hørsel i 3 og 8 kHz området på venstre øre. Ved den lineære multiple regresjonsanalysen fant vi en signifikant assosiasjon mellom desibeltapet og antall dykk i 3 kHz området på venstre ( $B=0.003$  SE  $B=0.001$ ) og på høyre ( $B=0.003$  SE  $B=0.001$ ) øre. Det var i tillegg en nær signifikant assosiasjon mellom desibeltapet og antall dykk for venstre øre i 4 kHz området. Vi fant ingen assosiasjon mellom desibeltapet og alder samt røykevaner i diskantområdet. Tabell 5.2 viser de gjennomsnittlige verdier i alle frekvensområder for både dykkere og kontroller. Sammenlikning av gjennomsnittsverdiene viser at det er liten forskjell mellom dykkerne og verkstedsarbeiderne med en svak ikke signifikant tendens til bedre hørsel på høyre øre i diskantområdet blant dykkerne. Spredningen er større blant dykkerne. Figur 5.2 viser sammenlikning mellom dykkerne i dette materiale og aldersmatchede normale menn fra Trøndelag (Molvær et al.1983). Det er en tendens til at dykkerne hører noe bedre enn normalpopulasjonen med unntak av i 8kHz området der hørselen er nedsatt på venstre side i gruppen 30-39 og 40-49 åringer og bilateralt i gruppen 50-59 år.

**Figur 5.1** Gjennomsnittlig hørselstap blant 21 dykkere på høyre og venstre øre

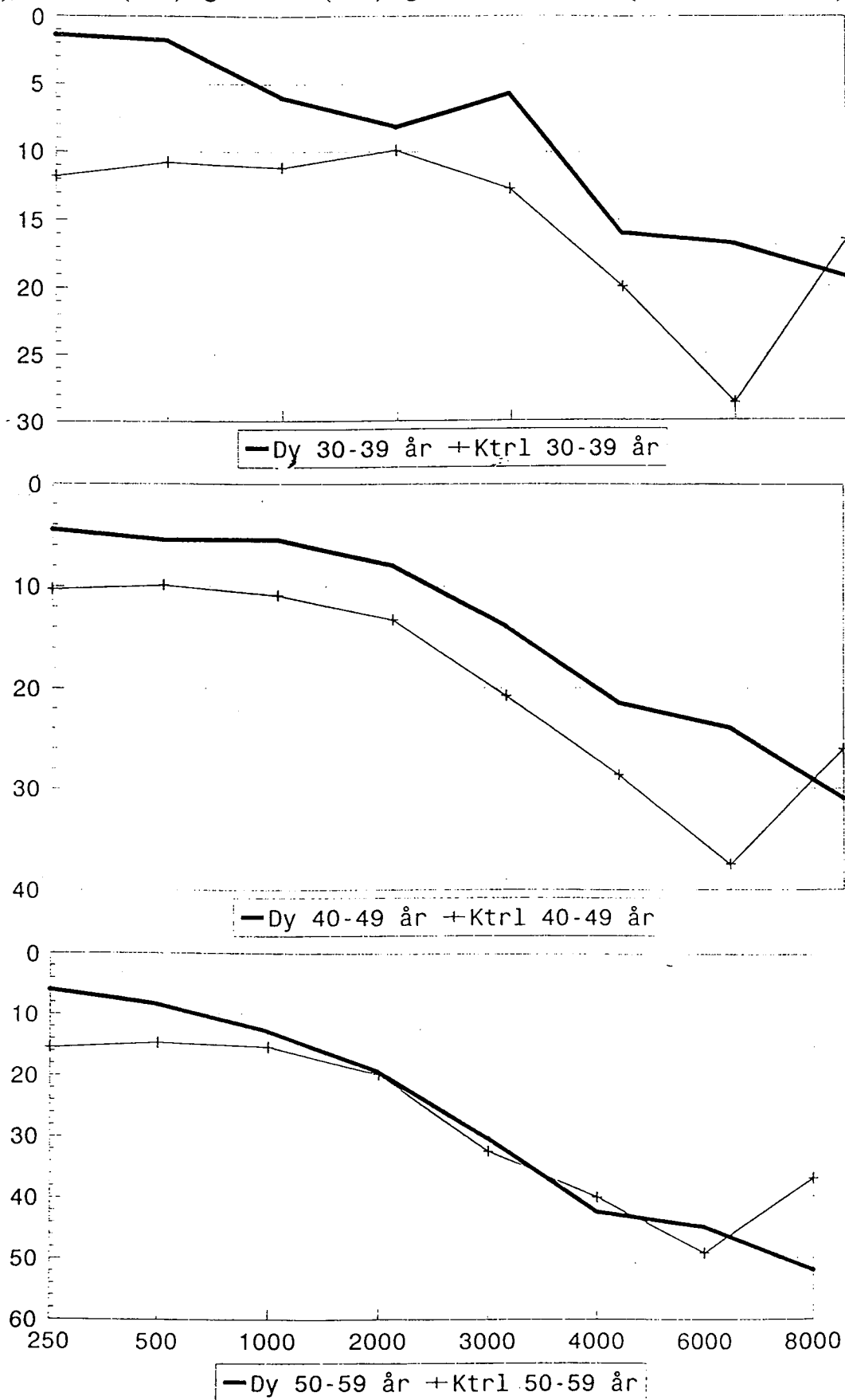


**Tabell 5.2** Høreterskler for dykkere N=21 og kontroller N=35

Fre- kvens Hz	Dykkere (N=21)		Kontroller (N=35)	
	Venstre øre Gjennomsnitt (SD)	Høyre øre Gjennomsnitt (SD)	Venstre øre Gjennomsnitt (SD)	Høyre øre Gjennomsnitt (SD)
125	8.6 (6.1)	8.8 (9.3)	9.6 (5.2)	10.3 (6.6)
250	3.6 (6.7)	4.5 (8.0)	6.3 (5.3)	6.6 (6.2)
500	5.2 (8.9)	4.5 (8.0)	7.6 (7.1)	7.4 (6.5)
1000	6.4 (10.1)	6.7 (8.7)	6.7 (6.9)	8.0 (6.8)
2000	11.2 (17.2)	9.3 (11.8)	12.3 (12.7)	9.7 (9.3)
3000	18.1 (22.5)	12.9 (19.7)*	21.7 (21.4)	17.1 (19.2)
4000	28.3 (23.9)	23.8 (22.1)	28.9 (25.1)	26.6 (24.1)
6000	27.1 (26.9)	23.3 (21.5)	30.7 (22.9)	28.7 (22.8)
8000	35.2 (26.0)	27.1 (22.9)*	35.4 (22.5)	32.3 (2.5)

\*Signifikant  $p < 0.05$  ( to-sidig paret t-test) forskjellig fra venstre øre.

**Figur 5.2** Sammenlikning av gjennomsnittshørselen mellom dykkere i aldersgruppen 30-39 år (N=7), 40-49 år (N=5) og 50-59 år (N=5) og et normalmateriale (Molvær et al. 1983)





## Diskusjon

Resultatene av hørselsundersøkelsen viser at dykkerne har en tendens til å høre dårligere på venstre sammenliknet med høyre øre. Dette har andre forfattere også funnet (Molvær et al. 1985, Molvær og Albrektsen 1990). Fenomenet kan ha sammenheng med dårligere venøs drenering gjennom sinus transversus på venstre sammenliknet med høyre øre noe som kan gi bobledannelse på venstre side under dekompressjonen. 70% av normalbefolkningen har tendens til dårligere drenering fra venstre øre (Molvær og Albrektsen 1990). Av dykkerne er 19 høyrehendte og forskjellen kan kanskje forklares med høyre dominans. Vi fant en assosiasjon mellom dykkeeksponeringen og desibeltapet i 3 kHz området på begge ører.

Når vi sammenlikner dykkerne med en støyutsatt gruppe verkstedsarbeidere, kommer dykkerne noe bedre ut. Det er imidlertid ingen signifikant forskjell mellom gruppene. Dette kan tyde på at verkstedsarbeiderne har en større støybelastning. Funnet kan også ha sammenheng med læringseffekten som kan forklare forskjeller på 5 dB (Royster og Royster 1986). Dykkerne tar årlige hørselkontroller i motsetning til denne gruppen av verkstedarbeidere som tar slike undersøkelser med flere års mellomrom.

Vi har funnet tendens til et nevrogen hørselstap i 8 kHz området på venstre øre i gruppen 30-39 åringer og i gruppen 40-49 åringer. I gruppen 50-59 åringer fant vi et slikt hørselstap på begge ører. Dette er annerledes enn funnet til Molvær og Albrektsen (1990) som fant et sensorisk høyfrekvens tap med et typisk støyskademøster.

Våre resultater er i samsvar med andre (Bennett og Elliott 1993) som i tverrsnittstudier ikke finner forskjeller mellom dykkernes hørsel på gruppe nivå sammenliknet med normalbefolkningen. Dette kan ha sammenheng med en "healthy worker" effekt. Det er for det første en seleksjon inn i dykkeryrket ved at personer med nedsatt hørsel ikke får helbredsattest i det de ønsker å begynne i yrket. Molvær har også vist at unge dykkere har bedre hørsel enn det som er forventet (Molvær et al 1985). Dette gjør seg også gjeldende for våre dykkere selv i aldersgruppen 40-49 år. Det er også en seleksjon ut av yrket ved at dykkere som får ekstremt dårlig hørsel ikke så lett får fornyet sin årlige helbredsattest hos sin dykkerlege.

Flere av dykkerne har komplett normal hørsel til tross for betydelig dykkervirksomhet (antall år i faget og antall dykk). Det er i dyreforsøk vist cochlear degenerasjon hos marsvin etter gjentatte hyperbare eksponeringer (Wilkes et al. 1989). Vi har funnet en signifikant assosiasjon mellom dykkeeksponering og desibeltap i 3 kHz området på begge ører. De av dykkerne som oppgir trykkfallsyke en eller flere ganger eller barotraume er mer tilbøyelige til å ha hørselskade, noe som bla. viser seg i en større spredning i resultatene blant dykkerne.

På gruppenivå har vi ikke funnet at denne gruppe anleggsdykkere har et større hørselstap enn det som er forventet i en normalpopulasjon. Vi har heller ikke funnet at dykkerne har dårligere hørsel enn støyeksponerte verkstedsarbeidere.



## Referanser

American Thoracic Society. Standardization of spirometry-1987 update. *Am Rev Respir Dis* 1987;136:1285-98.

American Thoracic Society. Single breath carbon monoxide diffusing capacity (transfer factor). *Am Rev Respir Dis* 1987;136:1299-1307.

Amundsen A, Nordlund S, Vale PH. Alkohol og narkotika i Oslo. Statens institutt for alkohol- og narkotikaforskning. Oslo, 1995:1.

Bast-Pettersen R. Örebro skjemaet anvendt på en gruppe løsemiddelpasienter. *Norsk tidsskr arb med* 1993;14:20-24.

Bast-Pettersen R, Drabløs PA, Goffeng LO, Thomassen Y, Torres CG. Neuropsychological deficit among elderly workers in aluminum production. *Am J Ind Med* 1994;25:649-662.

Bennett PB, Elliott DH. The physiology and medicine of diving. Philadelphia ; USA 1993. WB Saunders Comp Ltd.

Bennet PB, Rostain JC. The high pressure nervous syndrome. I: Bennet PB, Elliott D, red. *The Physiology and Medicine of Diving*. London: WB Saunders Company Ltd, 1993:194-237.

Brady JI Jr., Summit JK, Berghage TE. An audiometric survey of navy divers. *Undersea Biomed Res* 1976;3:41-47.

Calder IM, Sweetnam K, Chan KK, Williams MMR. Relation of alveolar size to forced capacity in professional divers. *Br J Ind Med* 1987;44:467-9.

Cotes JE, Davey IS, Reed JW, Rooks M. Respiratory effects of a single saturation dive to 300 m. *Br J Ind Med* 1987;44:76-82.

Crosbie WA, Clarke MB. Physical characteristics and ventilatory function of 404 commercial divers working in the North Sea. *Br J Ind Med* 1977;34:19-25.

Crosbie WA, Reed JW, Clarke MC. Functional characteristics of the large lungs found in commercial divers. *J Appl Physiol* 1979;46:639-45.

Curley MD & Butler FK. Visual reaction time performance preceding oxygen toxicity. *Undersea Biomed Res* 1987;14:301-310.

Davey IS, Cote JE, Reed JW. Relationship of ventilatory capacity to hyperbaric exposure in divers. *J Appl Physiol* 1984;56:1655-58.

- Edmonds C; Lowry C, Pennefather J (eds). Diving and subaquatic medicine practice. 3de edition. Butterworth-Heinemann Ltd 1992.
- Hauge R, Irgens-Jensen O. Alkoholen i Norden. Bilag til alkoholpolitik. Tidsskrift för nordisk alkoholforskning 1987;4.
- Heaton RK, Grant I, Matthews CG. Comprehensive norms for an expanded Halstead-Reitan Battery. Psychological assessment resources, inc, 1991, Florida.
- Hope A, Lund T, Elliott DH, Halsey MJ, Wiig H (eds). Longterm Health effects of diving. Norwegian underwater technology centre A/S 1994.
- Kaufman A (1990): Assessing adolescent and adult intelligence. Allyn and Bacon, Inc.
- Knudson RJ, Slatin RC, Lebowitz MD, Burrows B. The maximal expiratory flow-volume curve. Normal standards, variability, and effects of age. Am Rev Resp Dis 1976;113:587-600.
- Lezak MD (1983): "Neuropsychological assessment." New York: Oxford University press.
- Molvær OI, Vårdal L, Gundersen T, Halmrast T. Hearing acuity in a Norwegian standard population. Scand Audiol 1983;12:229-36.
- Molvær OI, Lehmann EH. Hearing acuity in professional divers. Undersea Res 1985;12:333-49.
- Molvær OI, Albrektsen G. Hearing deterioration in professional divers: an epidemiologic study. Undersea Biomedical Res 1990;17(3):231-46.
- Quanjer PH. ed. Standardized lung function testing. Bull Eur Physiopathol Respir 1983;19 Suppl. 5:7-10.
- Reitan R, Davison L (eds) (1974): "Clinical Neuropsychology: Current Status and Applications." Washington, DC: V.H. Winston and Son.
- Royster JD, Royster LH. Using audiometric data base analysis. J Occup Med 1986;28:1055-68.
- Stranden E, Veiersted B, Bast-Pettersen R, Ruud BF, Lauritzen H-C. Utvikling av testbatteri for vibrasjonsskader. Norsk Kirurgisk Forenings årsmøte. Abstract 243. Vitenskapelige Forhandlinger 1995.
- Suzuki S, Ikeda T, Hashimoto A. Decrease in the single-breath diffusing capacity after saturation dives. Undersea Biomed Res 1991;18:103-109.
- Thorsen E, Segadal K, Myrseth E, Påsche A, Gulsvik A. Pulmonary mechanical function and diffusion capacity after deep saturation dives. Br J Ind Med 1990;47:242-247.

- Thorsen E, Segadal K, Kambestad B, Gulsvik A. Divers' lung function: small airways disease? *Br J Ind Med* 1990;47:519-523.
- Thorsen E, Hjelle J, Segadal K, Gulsvik A. Exercise tolerance and pulmonary gas exchange after deep saturation dives. *J Appl Phys* 1990;68:1809-1814.
- Thorsen E, Segadal K, Kambestad BK, Gulsvik A. Pulmonary function one and four years after a deep saturation dive. *Scand J Work Environ Health* 1993;19:115-20.
- Thorsen E, Segadal K, Kambestad BK. Mechanisms of reduced pulmonary function after a saturation dive. *Eur Resp J* 1994;7:4-10.
- Todnem K. Neurological disturbances in saturation diving. Bergen:NUTEC, 1990.
- Todnem K, Eidsvik S, Hjelle J. Neurologisk trykkfallsyke. *Tidsskr Nor Lægeforen* 1991;111:2091-4.
- Todnem K, Værnes R. Akutte og kroniske effekter på nervesystemet ved dypdykking *Tidsskr Nor Lægeforen* 1993;113:36-9.
- Tvedt B. Symptomer fra nervesystemet. I: Heldal K, Melbostad E, Tvedt B, Eduard W, Skogstad A, Sørstrand P, Bye E. Helse og arbeidsforhold ved behandling av kommunalt avløpsvann. Oslo: Statens arbeidsmiljøinstitutt, 1991.
- Værnes RJ, Bergan T, Warncke M. HPNS effects among 18 divers during compression to 360 msw on heliox. *Undersea Biomed Res* 1988;15:241-55.
- Værnes RJ, Kløve H, Ellertsen B. Neuropsychological effects of saturation diving. *Undersea Biomed Res* 1989;16:233-251.
- Watt SJ. Effect of commercial diving on ventilatory function. *Br J Ind Med* 1985;42:59-62.
- Wechsler D (1984): WAIS. Wechsler's Adult Intelligence Scale. Norsk utgave: Engvik H, Hjerkin O, Seim S.
- Wilkes MK et al. Cochlear degeneration in minipigs after repeated hyperbaric exposures. *Undersea Biomed Res* 1989;16:139-152.
- Woodworth RS, Schlosberg H. *Experimental psychology*. London: Methuen, 1954.