

Rapport : 667200-1-R01
Dato : 03.06.2013
Antall sider : 14
Revisjon : 1
Vedlegg : 1 (4 sider)

HJELMMONTERTE ØREKLOKKER MÅLING AV INNSKUDDSDEMPING I HØRSELVERN

Oppdragsgiver: Norsk olje og gass v/ Reidulf Klovning

SAMMENDRAG

Målsettingen i dette prosjektet har vært å finne ut hvor god lyddemping man oppnår med hjelmmonterte øreklokker.

Målingene er utført på to ulike typer hørselvern:

- Peltor (3M) Optime III (H540) Passiv øreklokke
- Peltor (3M) ATEX Headset passiv øreklokke med radiokommunikasjon.


Målinger viser at hørselvernet gir lite beskyttelse ved frekvenser under 125 Hz, spesielt i kombinasjon med vernebriller. Mellom 125 – 630 Hz øker dempingen gradvis opp til 35 dB, for deretter gradvis å avta ned til 25 dB ved 20 kHz.

I praksis betyr dette at man får lite beskyttelse av hørselvernet i områder med mye lavfrekvent lyd, og forholdsvis god beskyttelse i områder med høyfrekvent lyd.

Bruk av vernebriller svekker hørselvernets dempeverdi med ca. 3-5 dB. Dette som følge av lekkasjer der hvor brillestangen går inn i hørselvernet.

Valg av riktig verneutstyr er viktig for å oppnå god beskyttelse. Hjelmtypen må tilpasses hodestørrelse slik at hørselvernet trykker godt over ørene, og reduserer lekkasjer.

Vernebriller bør ha stenger som er tynne og ligger tett inn til hodet.



Anders Torsteinbø
(utført av)



Tønnes A. Øgnedal
(kontrollert av)

INNHOLDSFORTEGNELSE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INNLEDNING | 3 |
| 1.1 | BAKGRUNN..... | 3 |
| 1.2 | MÅLSETTING | 3 |
| 2 | OM MÅLINGENE | 4 |
| 2.1 | GENERELT | 4 |
| 2.2 | MÅLESTANDARD..... | 4 |
| 2.3 | MÅLEPROSEDYRE..... | 4 |
| 2.3.1 | <i>Oppsett.....</i> | <i>4</i> |
| 2.3.2 | <i>Målerrekkefølge.....</i> | <i>5</i> |
| 2.3.3 | <i>Registrering av parametre som kan påvirke dempeverdien.....</i> | <i>5</i> |
| 2.4 | UTSTYR..... | 6 |
| 2.5 | VERNEUTSTYR SOM BLE TESTET | 6 |
| 2.6 | STATISTIKK..... | 7 |
| 3 | RESULTATER | 9 |
| 3.1 | DEMPEKURVER..... | 9 |
| 3.2 | STANDARDISERTE DEMPEVERDIER, SNR OG HML | 10 |
| 3.3 | EKSEMPLER PÅ DEMPING VED VANLIG BRUK..... | 10 |
| 3.4 | FAKTORER SOM PÅVIRKER DEMPEVERDIEN | 11 |
| 3.4.1 | <i>Generelt</i> | <i>11</i> |
| 3.4.2 | <i>Brillespalte</i> | <i>12</i> |
| 3.4.3 | <i>Hodestørrelse</i> | <i>12</i> |
| 3.4.4 | <i>Bøyletrykk.....</i> | <i>12</i> |
| 4 | KONKLUSJON | 14 |

1 INNLEDNING

1.1 BAKGRUNN

Som del av kontroll med eksponering har petroleumsmyndighetene gitt klare føringer for at tekniske og administrative tiltak skal prioriteres framfor personlige barrierer, dvs. hørselvern. Så langt som mulig skal myndighetenes krav til støyeksponering innfris uten bruk av hørselvern.

Hørselvern utgjør likevel en viktig barriere i mange sammenhenger og vil trolig gjøre det i lang tid ennå. Det er utviklet en "bransjestandard" for eksponeringskontroll basert på antatt minste dempeverdier for personlig hørselvern. For enkelt hørselvern (dvs. propp eller klokke) er basis dempeverdi antatt å være 12 dB. Kombinert med tidsbegrensning skal dette sørge for at støyeksponering (inkludert bruk av hørselvern) er under kontroll og innenfor regelverkskrav.

Det er imidlertid behov for enda bedre avklaring av hva den reelle dempingsvirkningen av personlig hørselvern er. Det foreligger mange feltundersøkelser av ørepropper, men relativt få for øreklokker. Prosjektet "Støy i Petroleumsindustrien" har derfor bestilt en studie med representative målinger av innskuddsdemping på øreklokker i felt.

1.2 MÅLSETTING

Hensikten er å avklare hvilken praktisk demping man kan forvente av hjelmmonterte øreklokker, som utgjør den dominerende personlige barriere mot støy i petroleumsindustrien.

Betydning av vernebriller for innskuddsdempingen skal også undersøkes.

I tillegg skal typisk vedlikehold og eventuelle andre forhold som kan ha betydning kartlegges grovt.

2 OM MÅLINGENE

2.1 GENERELT

Målingene ble utført ved Kårstø landanlegg i perioden 12. – 16. november 2012, av Anders Torsteinbø og Børge Svanes fra Sinus AS.

Det var ønskelig å få et godt utvalg av forsøkspersoner for å fange opp flest mulig faktorer som kan påvirke dempeverdien til hørselvernet. Både fysiske variasjoner mellom forsøkspersoner, og variasjon i utvalg av verneutstyr ble registrert. Det ble målt på både Statoil personell og innleid personell.

2.2 MÅLESTANDARD

Målingene er utført med utgangspunkt i målestandard NS-EN ISO 11904-1:2002) *Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear Part 1: Technique using a microphone in a real ear (MIRE technique).*

Denne standarden er i utgangspunktet ment for å finne støyeksponering til en person, fra støykilder plassert nær øret (for eksempel lydnivå fra hodetelefoner eller håndholdt verktøy), med tilhørende korreksjoner for mikrofonplassering og lydfelt (frittfelt/diffusfelt).

I dette prosjektet har vi benyttet standardens beskrivelse av måleoppsett, men utelatt korreksjoner for å finne lydnivå i øregangen. Målet har vært å finne differanser i lydnivå med og uten hørselvern på, og det antas at korreksjon for lydfelt er noenlunde likt i disse situasjonene.

2.3 MÅLEPROSEDYRE

2.3.1 Oppsett

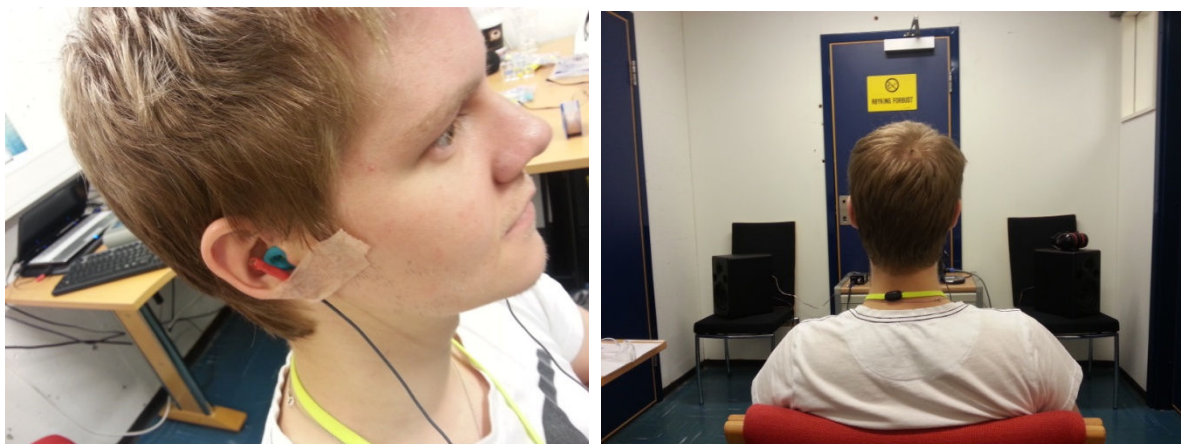
Målingene ble utført i et rom med antatt diffust lydfelt. Rommet som ble valgt var et kontor med harde flater av betong og gips. Det var ikke montert absorberende plater i himling. Det ble benyttet tre høyttalere til målingene for i størst mulig grad å ”jevne” ut lydfeltet, og unngå retningsbestemt lyd med ensidig innfall. Testpersonen ble plassert i midten av rommet, med ansiktet vendt mot støykildene.

På høyttalerne ble det spilt av ”rosa” støy. Målt lydnivå i mottakerpunktet var ca. 95 dBA.

Testpersonen fikk ørepropper for beskyttelse mot det høye støynivået i periodene uten bruk av øreklokker. En liten mikrofon ble plassert i øregangen på innsiden av begge øreklokkene for å finne støynivået inne i øreklokkene. Øreproppene var i bruk under alle målingene, og mikromikrofonen var plassert utenfor øreproppen. Målinger ble tatt samtidig i høyre og venstre øre.

Dempeverdien til hørselvernet finnes da ved å trekke fra målt lydnivå med hørselvern på, fra referansemåling uten hørselvern.

Bilde av testoppsett med plassering av testperson i rommet, og plassering av øremikrofon er vist i figur 1a og b.



Figur 1a og b. Bilder av testoppsettet med montering av øremikrofon.

2.3.2 Målerekkefølge

Målingene ble foretatt på følgende måte:

1. Referansemåling uten øreklokker
2. Måling med hørselvern uten vernebrille, hjelm med hørselvern tas på uten hjelp fra forsøksleder mht å forbedre påsetting
3. Som pkt 2, men annen påsetting hvis dette antas å gi bedre resultat. Forsøksleder har anledning til å gi veiledning.
4. Med vernebrille og påsetting som i punkt 3.
5. Ny referansemåling uten øreklokker, for kontroll av eventuelle endringer i testoppsettet.

2.3.3 Registrering av parametre som kan påvirke dempeverdien

I forbindelse med målingene ble det registrert parametre som antas å kunne påvirke dempeverdien til hørselvernet. Disse er gjengitt nedenfor.

Fysiske variasjoner hos forsøkspersoner:

- Hårlengde
 - Kort, ikke hår av betydning mellom hode og hørselvern
 - Middels, hår til ørene og mellom hode og hørselvern, kan ha noe innvirkning på dempeverdi
 - Langt, mye hår mellom hode og hørselvern, kan ha stor innvirkning på dempeverdi
- Hodestørrelse
 - Lite (< 55 cm)
 - Middels (55 – 59 cm)
 - Stort (> 59 cm)

Tilstand på verneutstyr:

- Alder på hjelm, hørselvern og puter i hørselvern
- Hørselvernets tilstand registreres ved visuell og fysisk inspeksjon og rubriseres på en enkel måte: (god – middels – dårlig) etter følgende omtrentlige rangering:
 - o God: Godt bøyetrykk, hygiene-sett skiftet senest seneste år, pakninger myke og fine, fremstår i prinsippet ”nesten som nytt”
 - o Middels: Ingen åpenbare mangler eller problemer, men tydelig brukt, f.eks. ved noe inntrykte pakninger eller mekanisme for klokke er slakk
 - o Dårlig: Hull eller annen utetthet i pakning *eller* dårlig bøyetrykk *eller* delvis inntrykt/skadet klokke
- Bøyetrykk. Målt i kg med spesialbygget vekt levert av Peltor. Gir en indikasjon på relativ forskjell mellom hørselvernene.
- Spalte mellom hørselvern og hode med vernebriller på, anslått i mm.

2.4 UTSTYR

Følgende måleutstyr ble benyttet:

- Mikromikrofon
- Norsonic Nor280 Forsterker
- Norsonic Nor275 Halvkulehøytaler
- Argon 7460 A Aktiv høytaler
- Norsonic 121 Tokanals lydnivåmåler med 1/3 oktavbånds oppløsning
- Norsonic 140 Enkanals lydnivåmåler med 1/3 oktavbånds oppløsning

Lydmålere har gyldige kalibreringssertifikater fra godkjente laboratorier.

2.5 VERNEUTSTYR SOM BLE TESTET

Personell ble oppfordret til å ta med sitt personlige verneutstyr (hjelmer, øreklokker og vernebriller). For personell som manglet dette, var det låneutstyr tilgjengelig. Det var 6 personer som benyttet samme hjelm og klokke i testen (Balance AC + Optime III).

Følgende typer øreklokker var i testutvalget:

- Peltor (3M) Optime III (H540) Passiv øreklokke
- Peltor (3M) ATEX Headset passiv øreklokke med radiokommunikasjon.

Følgende type hjelmer var i testutvalget:

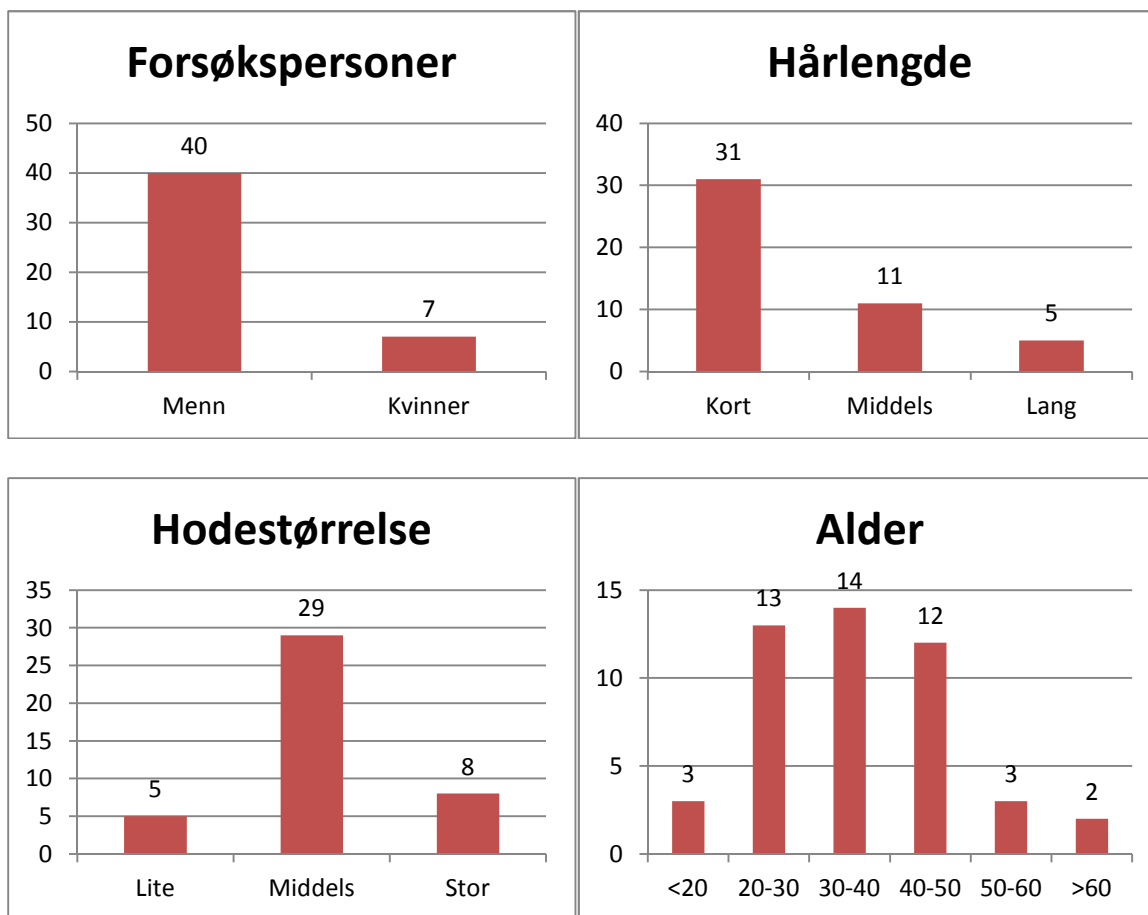
- 3M Peltor G3000C
- Iris 2
- Bjørnkläder Balance AC
- Protector Style 600

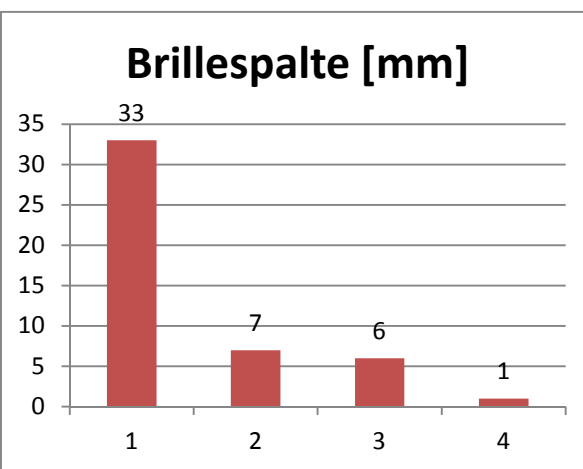
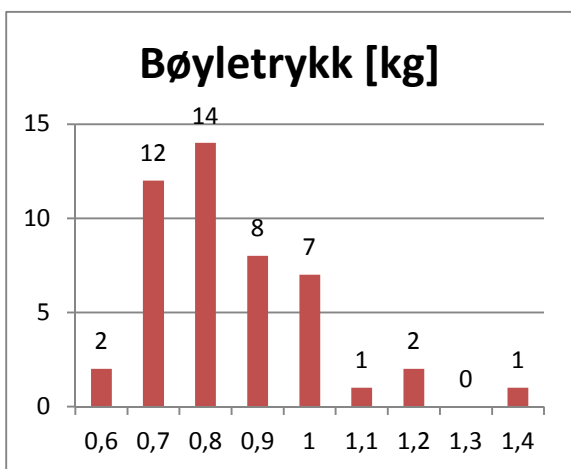
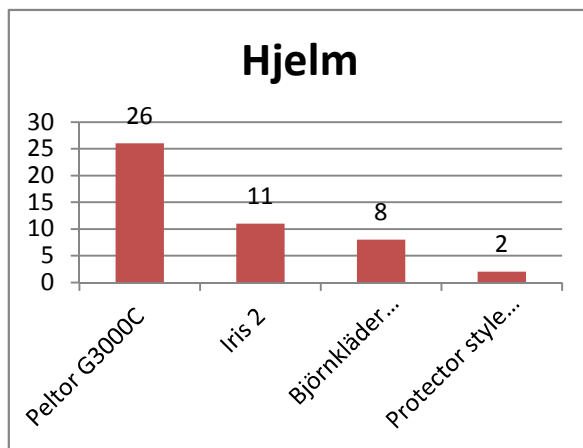
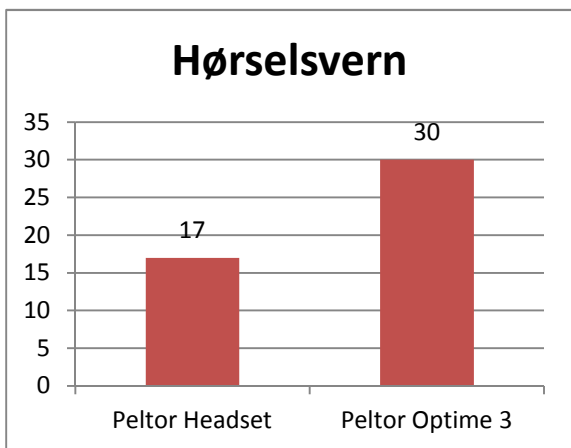
Følgende typer vernebriller var i testutvalget:

- 3M Virtua Protective Eyewear
- 3M Maxim Ballistic Safety Spectacles
- 3M 2751 premium Line Safety Spectacles
- Wenaas Model 905
- Uvex Skyper
- Bulldog workwear UV-2010
- Tilpassede briller med styrke

2.6 STATISTIKK

Det ble målt på i alt 47 personer. Dette gir et godt utvalg av forsøkspersoner som fanger opp faktorer som påvirker dempeverdien til hørselvernet. Både fysiske variasjoner mellom forsøkspersoner, og variasjon i utvalg av verneutstyr ble registrert. Nedenfor følger en kort oversikt over variasjon i forsøkspersonene.





3 RESULTATER

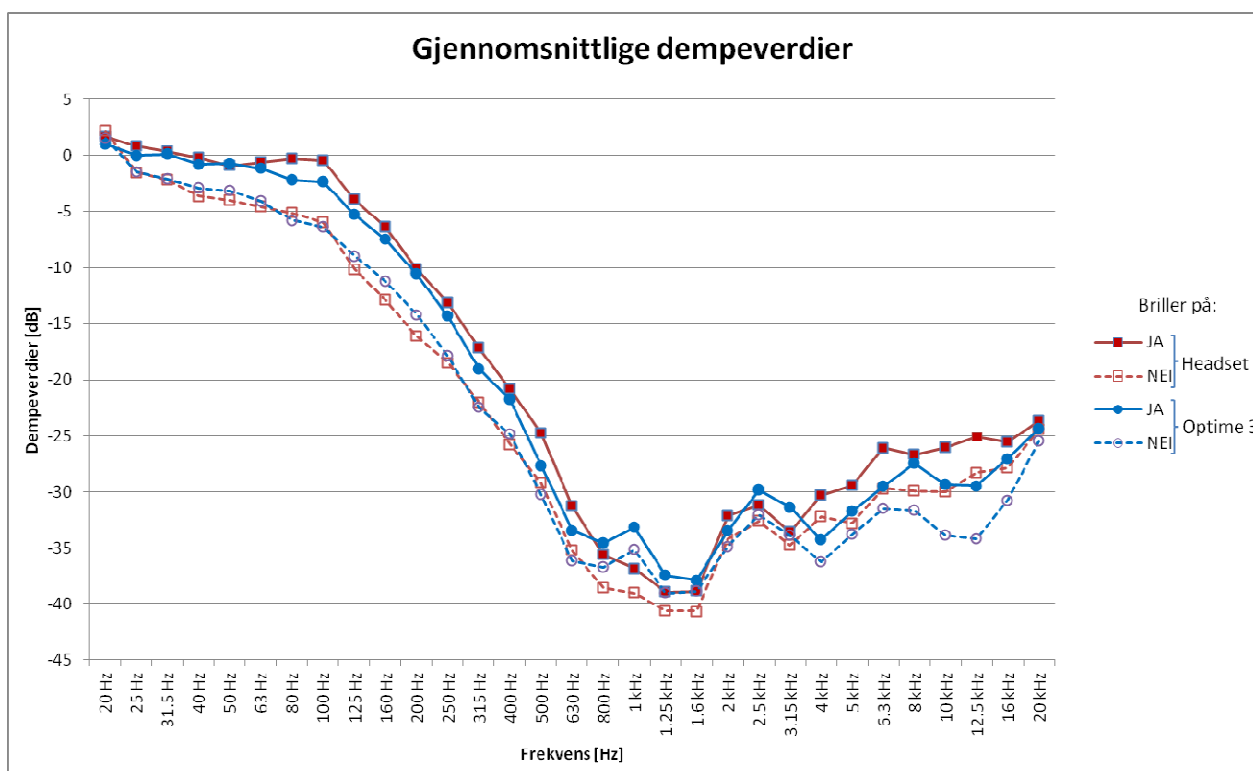
3.1 DEMPEKURVER

Figur 2 viser gjennomsnitt av målte dempeverdier for de to hørselvernene. Heltrukken linje er med bruk av vernebriller, og gjenspeiler den praktiske dempeverdien man oppnår i felt. Demping uten bruk av briller er også tatt med for å vise hvordan disse påvirker dempingen.

Kurvene viser tydelig at det er lite demping for frekvenser under 125 Hz. Fra 125 – 630 Hz stiger dempingen gradvis opp til ca 35 dB. Deretter avtar den gradvis til 25 dB ved 20 kHz. Forskjellen mellom de to hørselverntypene er liten.

Uten briller er dempeverdien typisk 3-5 dB bedre enn med brille. Spalteåpningen som skapes når brillestangen føres inn i hørselvernet gir altså noe lekkasje i hele frekvensspekteret.

I vedlegg 1a-d vises kurveskarer for de ulike situasjonene med inntegnet percentiler for 10 %, 50 % og 90 %. Her kan man også se at variasjonen mellom testpersonene er stor. Standardavviket i målingene er typisk i intervallet 4 – 7 dB.



Figur 2, gjennomsnittlige dempeverdier for begge hørselvern, med og uten bruk av vernebriller. Røde kurver representerer Peltor Headset, og blå kurver representerer Peltor Optime III.

3.2 STANDARDISERTE DEMPEVERDIER, SNR OG HML

SNR og HML er metoder for enkelt å framstille ytelsen til hørselvernet. SNR gir oss entalls dempeverdi for hørselvernet. HML består av tre dempeverdier for ulike frekvensområder, og gir noe mer informasjon enn SNR. De gir dempeverdier for høye (H), middels (M) og lave (L) frekvenser. Begge størrelsene er utledet fra 84 % -verdier (middelverdi minus ett standardavvik).

Tabell 1, HML og SNR verdier for de to hørselvernene.

| Hørselvern | Vernebriller | H | M | L | SNR |
|-------------------|--------------|----|----|---|-----|
| Peltor Headset | PÅ | 22 | 13 | 3 | 15 |
| | AV | 26 | 16 | 7 | 19 |
| Peltor Optime III | PÅ | 24 | 15 | 4 | 17 |
| | AV | 27 | 18 | 7 | 20 |

Målingene med og uten vernebriller viser en typisk differanse på 3-4 dB mellom de to situasjonene.

Peltor Optime III har totalt sett litt bedre verdier enn Peltor Headset.

Til sammenlikning oppgir produsenten for Peltor Optime III følgende labmålte dempeverdier: H = 40 dB, M = 32 dB, L = 22 dB, SNR = 34 dB. Våre feltmålte verdier ligger altså 13 – 15 dB lavere enn de labmålte.

3.3 EKSEMPLER PÅ DEMPING VED VANLIG BRUK

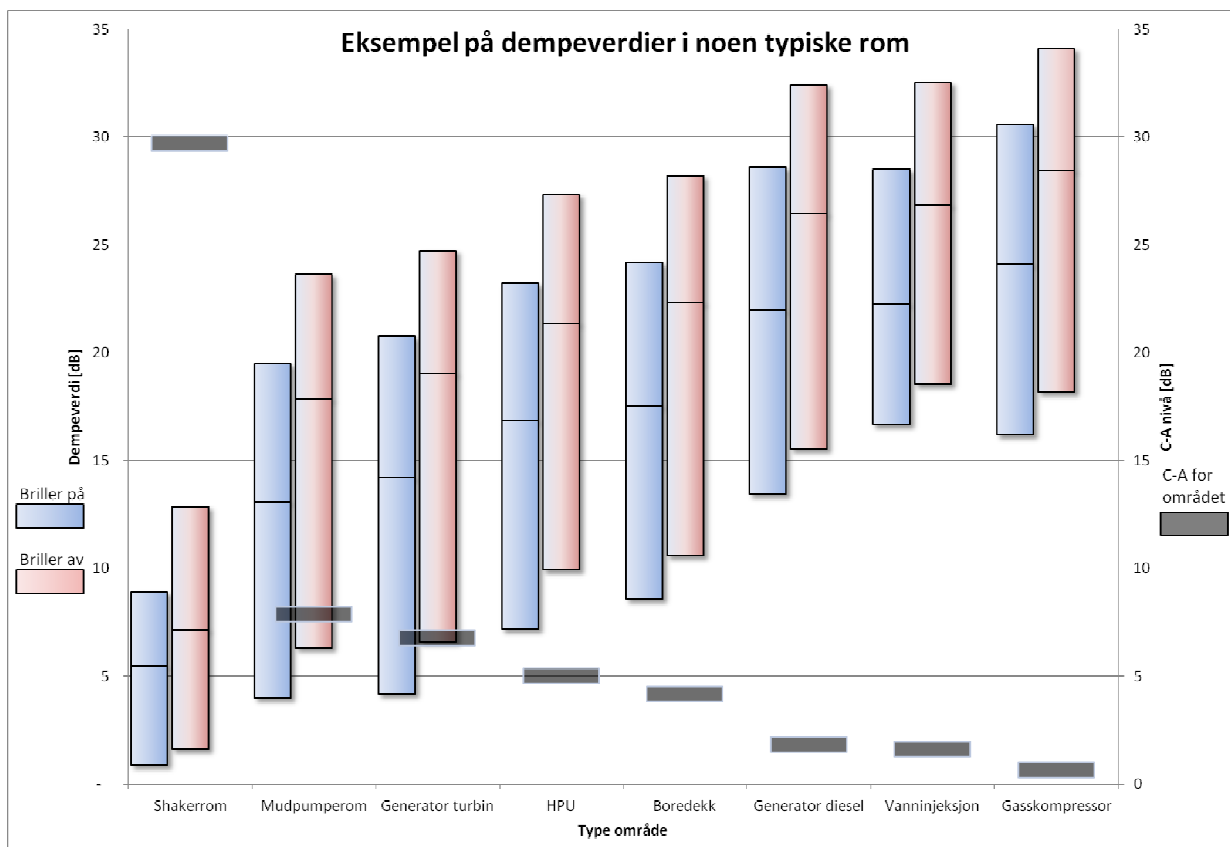
I dette avsnittet er det tatt utgangspunkt i målte støydata for noen typiske områder man kan finne på plattformer. Støydata for de ulike områdene er tilfeldig plukket ut fra tidligere målinger. Støyspektrene gir grunnlag for å vise eksempler på hvor mye en kan forvente at hørselvernet skal dempe i de ulike områdene.

Områdene som er plukket ut har varierende grad av lavfrekvent støybidrag. Dette er illustrert med verdien C-A, som er forholdet mellom A-veid og C-veid lydnivå i området (vist som grå strek i figur 3). Høy C-A betyr mye lavfrekvent støy, og lav C-A betyr mye hørfrekvent støy.

Dempeverdien er illustrert som stolpediagram i figur 3. Her vises også effekten av vernebriller. Optime III og Headset er for enkelhets skyld slått sammen i denne vurderingen. Stolpene er delt inn i percentiler der nederste del representerer at 90 % av testpersonene har bedre demping, midten tilsvarer 50 % av testpersonene og toppen tilsvarer 10 % av testpersonene.

Hørselvernet gir svært lite demping ved lave frekvenser, og en kan derfor ikke forvente mye beskyttelse i dette området. I dette eksempelet ser vi at shakerrommet kommer dårlig ut, et rom som ofte har ekstremt mye lavfrekvent støy.

Uten bruk av vernebriller ser man at beskyttelsen til hørselvernet forbedres for alle eksemplene.



Figur 3, Forventet dempeverdi med hørselvern i ulike områder. Dempeverdier er vist med og uten bruk av vernebriller. C-A verdien er også vist. Stolpene er delt inn i percentiler der nederste del representerer at 90 % av testpersonene har bedre demping, midten tilsvarer 50 % av testpersonene og toppen tilsvarer 10 % av testpersonene.

3.4 FAKTORER SOM PÅVIRKER DEMPEVERDIEN

3.4.1 Generelt

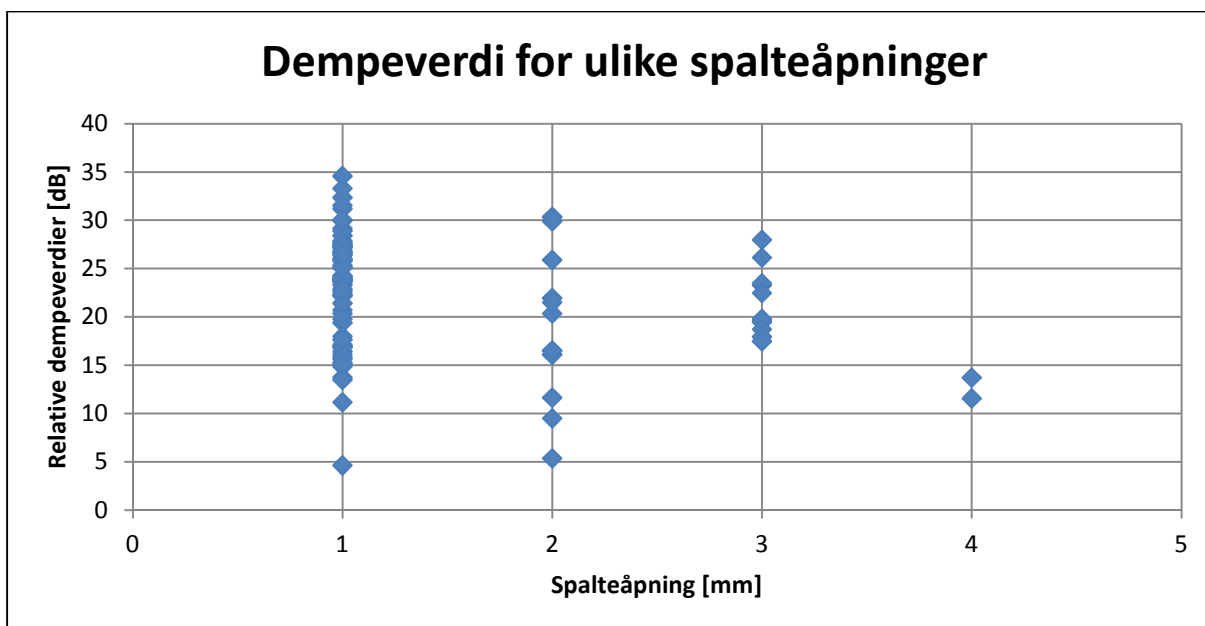
Det er flere faktorer som spiller inn på hvor mye demping man oppnår. Faktorene henger i mange tilfeller sammen. Nedenfor diskuteres de funnene som er gjort for brillespalte, hodestørrelse og bøyetrykk. For å vurdere de ulike faktorene opp mot hverandre er det beregnet en entallsverdi for hver måling, basert på SNR metoden. Disse dempeverdiene er deretter sortert på registrerte verdier.

Øvrige faktorer som ble registrert (hårlengde, hjelmtyp, alder på hørselvern osv) er ikke vurdert i denne omgang.

3.4.2 Brillespalte

Det er tydelig at brillestengene bidrar til lekkasje i hørselvernet, og redusert beskyttelse (se figur 2). I figur 4 er det vist dempeverdi for ulike spalteåpninger. Trenden er redusert demping med økt spalteåpning. Samtidig er det færre testpersoner som har stor spalteåpning enn liten, slik at usikkerheten i trenden øker med minkende testutvalg.

Det kan virke som om selve størrelsen på spalteåpningen ikke nødvendigvis er den viktigste parameteren, da målingene har vist store sprik i dempeverdier selv med en liten spalte. Trolig vil også hodestørrelse/hodeform være viktig, da man med smal brillestang lettere skaper lekkasje for et lite hode enn for et stort hode.



Figur 4, Dempeverdier som funksjon av spalteåpning.

3.4.3 Hodestørrelse

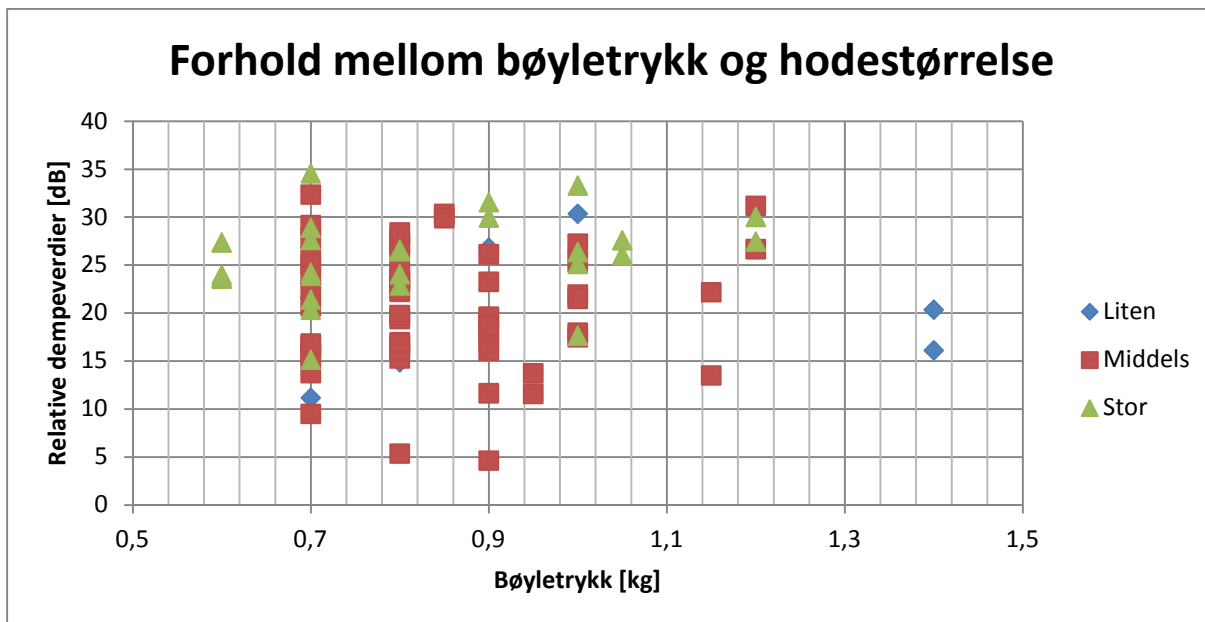
Hodestørrelsen vil ha innvirkning på hvor godt hørselvernet klemmer inn mot hodet. Større hode medfører at hørselvernet sitter strammere, og lite hode vil kunne medføre at hørselvernet sitter løsere. Det ble ikke undersøkt hvordan hodeformen til forsøkspersonene var (smal, rund), og dette er nok en faktor som kunne vært undersøkt bedre.

3.4.4 Bøyletrykk

Bøyletrykket for hørselvernet viste at det var store variasjoner mellom hvor godt øreklokkene klemte mot hodet. Dette kan henge sammen med slitasje på metallbøylen, samt avstand mellom hørselvern og hode som følge av at hjelmstørrelsen stort sett er den samme uavhengig av hodestørrelse.

I figur 5 vises dempeverdier for ulike bøyletrykk. Tre forskjellige farger er brukt for ulike hodestørrelser for å kunne se om det også er sammenheng her. Det forventes at økt bøyletrykk gir bedre demping, samtidig som det øker med større hodestørrelse. Det er likevel ingen klar

trend i målingene våre, bortsett fra at de med stort hode (grønn) har dempeverdier som generelt sett ligger høyere for samme bøyletrykk enn de med middels hode (rød). Det var få personer med lite hode (blå) og spredningen på dempeverdiene her viser ingen klar trend. Her vil også briller, hårmengde og hodeform (smal, rund) bidra til å forstyrre vurderingene.



Figur 5, Dempeverdier som funksjon av bøyletrykk og hodestørrelse.

4 KONKLUSJON

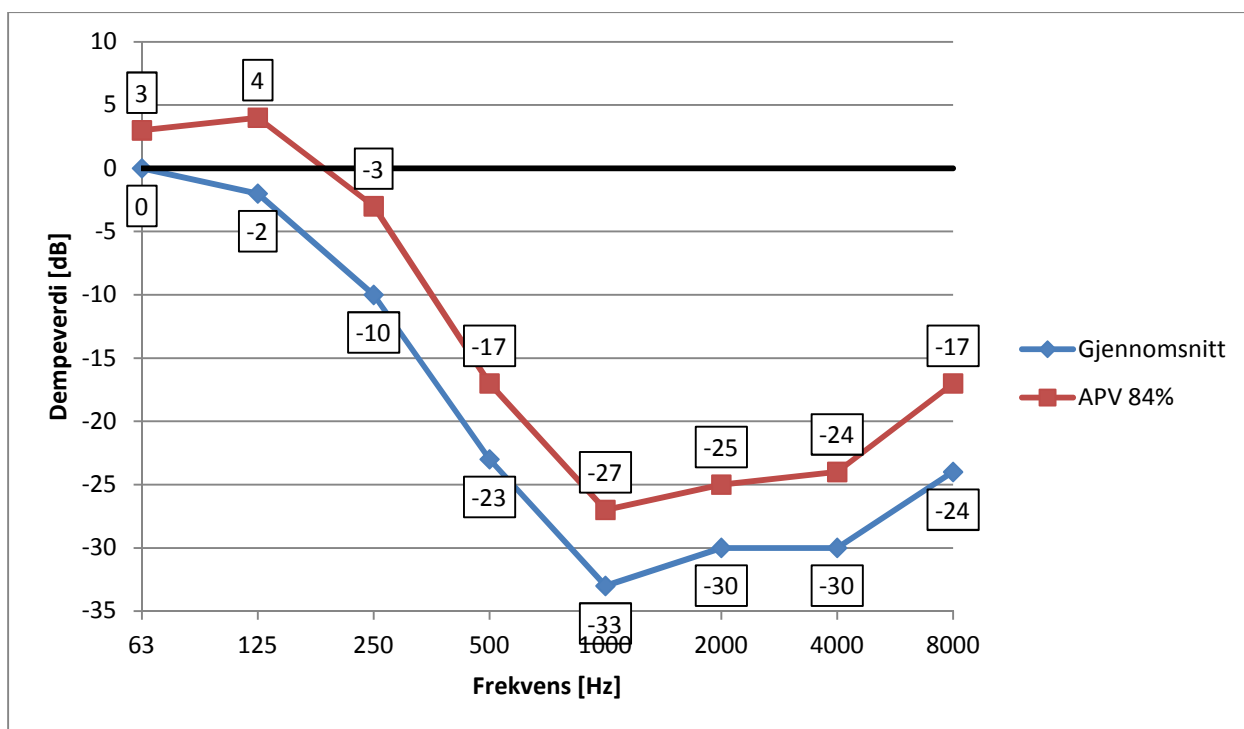
Målinger viser at hørselvernet gir lite beskyttelse ved frekvenser under 125 Hz, spesielt i kombinasjon med vernebriller. Mellom 125 – 630 Hz øker dempingen gradvis opp til 35 dB, for deretter gradvis å avta ned til 25 dB ved 20 kHz. I praksis betyr dette at man får lite beskyttelse av hørselvernet i områder med mye lavfrekvent lyd, og god beskyttelse i områder hvor lyden er mellom – eller høyfrekvent.

Figur 6 oppsummerer hovedresultatet i dempingen som kan forventes ved bruk av hjelmmontert hørselvern og vernebriller. Figuren viser både gjennomsnittsverdi og Assumed Protection Value med ett standardavvik (APV 84 %).

Bruk av vernebriller gir en svekkelse av hørselvernet som ligger rundt 3-5 dB.

For å oppnå god demping er det viktig at hørselvernet klemmer godt inn til hodet slik at man unngår lekkasjer. Høyt bøyetrykk er gunstig for dempingen, men målinger indikerer også at lavt bøyetrykk i kombinasjon med stor hodestørrelse kan gi gode dempeverdier. Hjelmenes som var i testutvalget ser ut til å være ”one size fits all”, noe som gjør at personer med lite/smalt hode kommer dårligere ut. Her blir avstanden mellom hørselvernet og hodet større, og det oppstår lettere lekkasjer.

Valg av riktig verneutstyr er viktig for å oppnå god beskyttelse. Hjelmtype må tilpasses hodestørrelse slik at hørselvernet trykker godt over ørene, og reduserer lekkasjer. Vernebriller bør ha stenger som er tynne og ligger tett inn til hodet.



Figur 6, Gjennomsnittlig og APV 84 % dempekurver. Begge hørselvern vurdert sammen. Med bruk av vernebriller.

