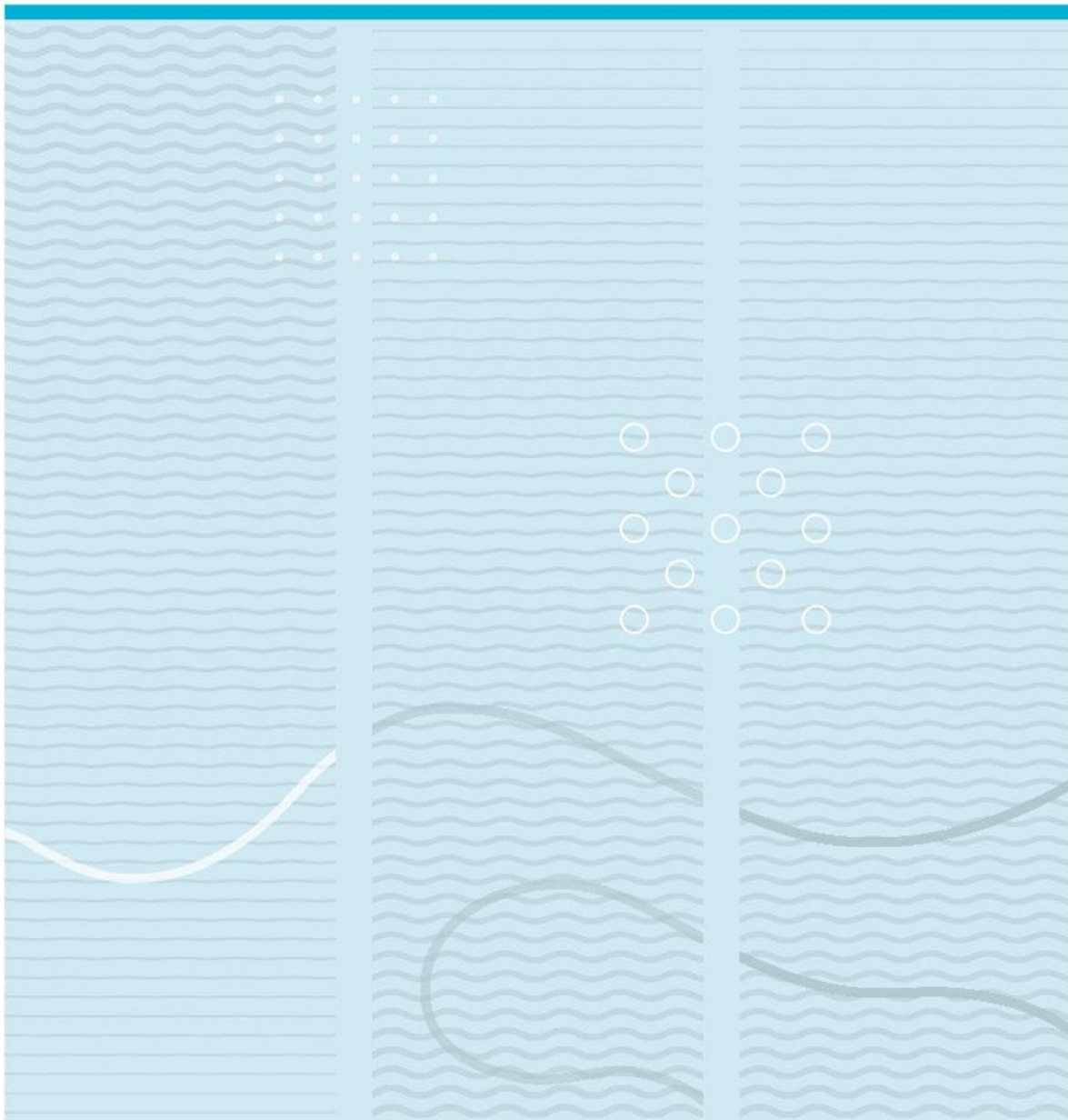




Steinar Lundgren & Dag Arvid Thelle

Påvirker lyd/støy den kognitive belastningen og beslutningsevnen hos beredskapspersonell?



Universitetet i Sørøst-Norge – Campus Vestfold
Fakultet for Handelshøyskolen
Institutt for økonomi, historie og samfunnsvitenskap
Postboks 235
3603 Kongsberg

<http://www.usn.no>

© 2021 Steinar Lundgren og Dag Arvid Thelle

Denne avhandlingen representerer 30 studiepoeng

Sammendrag

Mål: Vi ønsker å undersøke om det slik at lyd/støy påvirker den kognitive belastningen og beslutningsevnen til beredskapspersonell. Er det spesielle lydspektra i overtoneregisteret som påvirker kognisjon når de utfører oppgaver som involverer korttidshukommelsen, i henhold til teorien om cognitive load. Gitt at slike lydspektra har en negativ effekt på kognisjon, beslutninger og handlinger, vil da opplæring om overtoner redusere cognitive load?

Bakgrunn: Fra forskningen vet vi at sensorisk stimuli som lyd kan påvirke mennesker i stor grad. Beredskapspersonell er i krevende situasjoner utsatt for mange typer lyd når de skal løse sine oppgaver, lede og ta beslutninger. Lyd i visse frekvensområder for den menneskelige hørsel påvirker kognisjonen vår sterkere enn andre. Noe av årsaksforklaringen til denne påvirkningen fra lyd finnes i det som kalles overtoneregisteret.

Metode: Abduksjon, innhenting av primærdata via eksperiment og gruppe intervju. Vi testet og intervjuet to forskjellige vaktlag fra en brannstasjon. Alle deltakerne fikk undervegs i testen en kort innføring i og demonstrasjon av overtoner. Testresultatene og intervjuene ble sammenlignet og diskutert i lys av Cognitive Load Theory (CLT), og teori om overtoner og deres innvirkning på kognisjon, begrenset til korttidshukommelsen, også kalt arbeidsminnet eller arbeidshukommelsen.

Abstract

The main objective in this study is inquiring into personnel involved in crisis management, and whether sounds/noises influence on their cognitive load and thereby their ability for decision-making. Are some frequencies related to the overtone register more disturbing than others? Given that it is true, can brief education and understanding the topic overtones reduce this type of cognitive load?

Background. Research show that sensory stimulation such as sound/noise can make an extentionally effect on humans and mammals. Personnel involved in crisis management and handling are exposed for such, from various sources. Science finds that certain frequencies within the human hearing range has extended impact on the cognition. The causality for this is assumed to be found in the making of overtones in the sound/noise.

Method. Abduction, gathering primary data by experiment and interview performed with participants from two firefighting teams. At a certain point into the experiment, all participants received a brief theory and examples from the use of overtone in speech. The following discussion about the test results was subject to Cognitive Load Theory (CLT), theory about overtones, and their impact on the cognitive load in the short time memory.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	2
Abstract.....	3
Innholdsfortegnelse.....	4
Forord	6
1 Innledning	7
2 Problemstilling	8
2.1 Hvorfor lyd som tema i ledelse og innovasjon?.....	8
3 Teori.....	10
3.1 Teori relatert til ledelse under kriser og kognitive belastninger	10
3.1.1 Ledelse og organisering; Stressteori	10
3.1.2 Cognitive Load Theory som grunnlag for å forstå belastninger under beslutningstaking og kriser	12
3.2 Lyd og overtoneteori.....	19
3.2.1 LYD SOM FYSISK FENOMEN	19
3.2.2 OVERTONER.....	22
3.2.3 LYD SOM OPPLEVELSE.....	22
3.3 Affekt og innvirkning på kognitiv ytelse	24
3.4 Vokalteknikkteori, kunnskap om påvirkninger i krisesituasjoner	25
4 Metode	29
4.1 Design av eksperimentet	29
4.2 Tall og bokstavrekker	30
4.3 Lydene.....	30
4.4 Filmproduksjon.....	39
4.5 Etikken i undersøkelsen	39
5 Resultater med analyse	41
5.1 Om dataene.....	41
5.2 Analysen med og uten lyd: Resultatoversikt	41
5.3 Delproblem 1 – påvirker lyder korttidsminne?	42
5.4 Delproblem 2: Er det spesielle tall/bokstavkombinasjoner som gir utslag?... ..	44
5.5 Delproblem 3 - Opplæringseffekt av minikurs i overtonerfrekvenser?.....	45
5.5.1 Bokstavrekker	45

5.5.2	Tallrekker	46
5.5.3	Delproblem 4 - Forskjell mellom tall og bokstav-rekker?	46
5.6	Lydanalyser	47
5.6.1	Delproblem 6 - Er det lyder som skiller seg ut som mer påvirkende?	47
5.7	Grafisk analyse av lyder og mulige sammenhenger	51
5.7.1	Grafisk analyse 01 – bevegelser i gjennomsnitt, gitt samme lyder før etter opplæring.	51
5.7.2	Grafisk analyse 02 - Mer om «Smerteskrig fra mann»	52
5.7.3	Grafisk analyse 03 – Unaturlige lyd, høye dB verdier i 2,5 – 3,5 kHz.	54
5.7.4	Grafisk analyse 04 – Barneskrig	55
5.7.5	Grafisk analyse 05 – Overtone spikes – 6 – 10 kHz	56
5.7.6	Grafisk analyse 06 – Smerteskrig fra mann	59
6	Gruppeintervjuer etter eksperimentene	61
7	Oversikt over viktigste funn og konklusjon	63
7.1	Viktigste funn	63
7.2	Mulige feil og begrensninger	63
7.3	Forslag til forbedringer	63
7.4	Konklusjon	64
	Referanser/litteraturliste	65
	Oversikt over tabeller og figurer	1
	Vedlegg 1 - Grafiske analyse oversikt (A3 side-format).....	1
	Vedlegg 2 - Spørsmålsguide - Gruppeintervju	2
	Vedlegg 3 - Noen multiple lineære regresjoner?	3
	Vedlegg 4 - Undersøkelse i lydpåvirkning, infoskriv etter NSD mal	6
	Vedlegg 5 - Utstysliste	9

Forord

Studiet Master i innovasjon og ledelse ved UiSN har vært en interessant reise. Takk til medstudenter, undervisningskreftene og veileder til masteroppgaven.

Takk til Sandefjord brannstasjon som ga oss tilgang til riktig type personell for vårt lydeksperiment, og tilgang til deres erfaringsbase i form av gruppeintervju. Siden Coronasituasjonen gjorde det vanskelig med tilgang til riktig antall hoder, bestemte vi at de videre analyser måtte gjennomføres med de 13 personene vi fikk benytte den ene dagen. Resultatene fra denne undersøkelsen har derfor kanskje begrensede statistisk signifikans. Vi betrakter allikevel denne undersøkelsen som en vellykket test av design, og et eksperiment med god læring for både oss og respondentene.

Alle figurer og bilder er produsert av oss, tegnet på ark og scannet eller tegnet via tegnefunksjoner i dataprogrammer. Grafer er klippet fra SPSS. Spektrogrammer er klippet fra dataprogrammet VocVista. Tabeller er enten laget selv i MS Office produkter, eller klippet inn fra SPSS.

Takk for gjensidig hyggelig og godt samarbeid med oppgaven. Det har vært en glede.

Sandefjord / Helgeroa 10.06.2021

Dag Arvid Thelle / Steinar Lundgren

1 Innledning

Interessefeltet for denne undersøkelsen er effekten av lydpåvirkninger personer i skarpe beredskaps og nød-situasjoner kan være utsatt for. Vi ønsket å undersøke om, det er visse frekvenser som er mer forstyrrende enn andre og om opplæring i lyd kunne endre dette forholdet. Opprinnelig plan var at vi skulle spørre 10-20 personer fra henholdsvis brann, politi og ambulanse, slik at vi kunne få bortimot 60 respondenter i en klasseromsituasjon. Grunnet Coronasituasjonen var etatene restriktive til vår forespørsel om tilgang til testpersonell i klasserom. I påvente av nedjustering for smittevernberedskap ble tidsvinduet vi hadde til rådighet kraftig forskjøvet og til slutt faretruende knapt. Etter en tid kom det klarsignal fra en brannstasjon, og vi kunne utføre vårt lydeksperiment på to vaktlag. I ventetiden fra forespørsel til klarsignal vurderte vi redesign av eksperimentet til kun å gjelde på en mindre gruppe, med 1 og 1 person. Vi vurderte også om vi kunne kjøre tester via nettmøter, men kom frem til at riktig og samme lyd kvalitet ikke kan oppnås via nettmøter for alle deltakere. En lydtest krever også kontrollerbare omgivelser med hensyn til å både å kunne måle lydstyrken, ha godt nok utstyr til å presentere lydene i testen og kunne være sikre på at alle deltakerne er eksponert for så like forhold som mulig. Vi valgte at klasserom var best egnet for dette lydeksperimentet.



Figur 1 Tegnrekketest nr 5 skrives ned av brannfolk

Diskusjoner om funn og mulige betydninger er gjort fortløpende etter hver analyse av resultater, og hovedfunn kommer sammen med konklusjon til slutt i denne masteroppgaven.

2 Problemstilling

Hovedproblemstillingen er i hvilken grad lyd den kognitive belastningen hos beredskapspersonell. For å svare på dette har vi laget 2 forskings spørsmål.

- Påvirker lyd/støy den kognitive belastningen og derigjennom beslutningsevnen til beredskapspersonell.
- Har forskjellig lydstyrke noe å si og kan man finne spesielle frekvenser i lydbilde som påvirker mest?

Den teoretiske bakgrunnen for spørsmålene er beskrevet i kapittel 3.

Studien begrenses kun til å gjelde gruppen av menneskene som er med i undersøkelsen.

Vi har ikke datagrunnlag til å generalisere ut over de undersøkte, men noen funn er interessante for senere fokus i senere mer generaliserende undersøkelser.

2.1 Hvorfor lyd som tema i ledelse og innovasjon?

Vår interesse for lyd kommer fra yrkesmessig forskjellig bakgrunn, og ble koplet sammen i studiet strategisk beredskapsledelse ved USN. Viktige deler av dette studiet omhandler de påvirkninger man er utsatt for når man skal ta beslutninger og lede i beredskap og krisesituasjoner. Vi regner lyd som en av disse påvirkningene man er utsatt for.

Nyere forskning påviser en signifikant sammenheng mellom lyd som påvirkningskraft og aktivering av Amygdala, forårsakende forskjellige emosjoner, følelser og mer eller mindre funksjonell atferd hos mottakeren (Oosterwijk et al., 2012). Dag, har interesse for lyd som påvirkningskraft fra hans arbeid med - og undervisning i bruk av stemmeteknikker for å få frem budskap i sang, tale og undervisning ved hjelp av stemmebasert lyd som påvirkningskraft. Fokusområdet hans er såkalte overtoneteknikker. Bruk av overtoner i lyd for å påvirke tilhørere er kjent fra gammelt av. Det nye er at man kombinerer denne med kunnskap fra hjerneforskningen på stimuli av Amygdala og deling av nevralt nettverk (Oosterwijk et al. 2012). I tillegg har ny IT teknologi innovert metoder for både stemmeanalyse og undervisning i bruk av overtoner i stemmebasert kommunikasjon, og danner kjerneverktøyet i Dags arbeid med temaet.

Steinars interesse for lyd som påvirkningskraft kommer fra temaet situasjonsbevissthet eller situation awareness (Endsley, 1995). Et relativt nytt begrep i sivile sammenheng

(Wickens, 2015). Hovedspørsmålet er om hva som er påvirkende til at vi mister denne og gjør valg som fører til ikke ønskede utfall. Eksempelvis fra flybransjen og det som kalles Loss of Control. Et begrep som betyr at flyet krasjer i bakken, og allikevel med alle vitale systemer for å kunne opprettholde flyvingen intakte. Eksempelvis i tilfellet med Air France flight 447 ulykken (Oliver et al., 2019) (de Wit & Moraes Cruz, 2019). Hvilke faktorer påvirket ledelsesbeslutningene i cockpit både før og under hendelsene. I overført betydning til studiet i beredskapsledelse ved USN, og de påvirkninger man er utsatt for når man skal ta beslutninger og lede i beredskap og krisesituasjoner. Beslutninger som involverer hvordan komme seg ut av en situasjon, drive skadep kontroll, berging av verdier, liv og helse, forhindre eskalering, ha kostnadskontroll, ressurskontroll og ikke minst ha et overordnet bilde av hvordan man skal løse situasjonene man er oppe i, og ofte innenfor en kort tidsramme (Kowalski-Trakofler et al., 2003).

Lyd som tema er kompleks å forstå, da den er sammensatt både av lovmessige fysiske prinsipper for sin eksterne påvirkning på levende organismer, og av ikke-fysiske elementer når det kommer til den interne opplevelsen og effekten av påvirkningen.

3 Teori

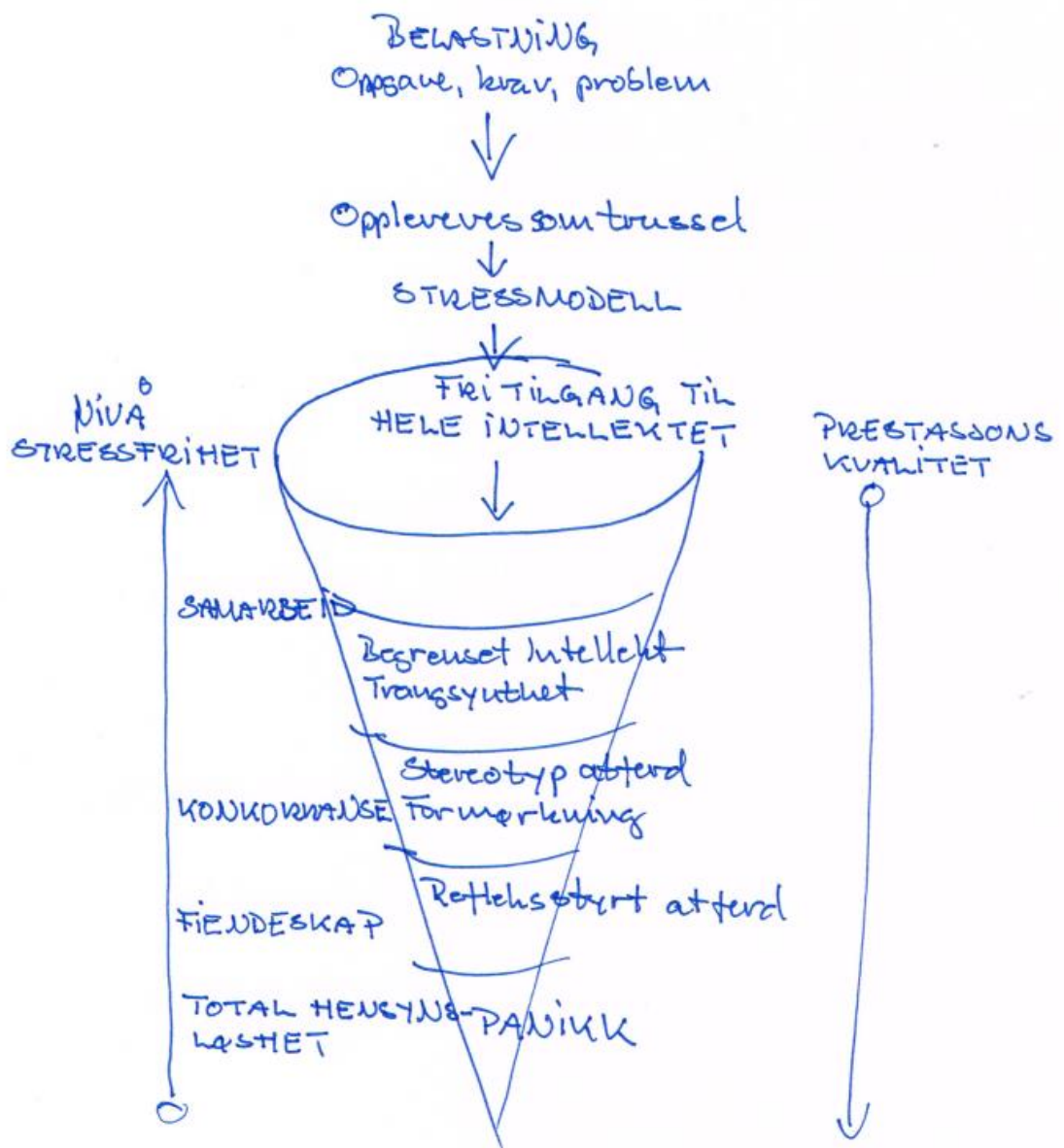
Under følger delkapitler om forskjellig teorier som danner basis for design av eksperimentet.

3.1 Teori relatert til ledelse under kriser og kognitive belastninger

3.1.1 Ledelse og organisering; Stressteori

Stress er et dypt festet begrep i litteraturen og i vår dagligtale. Robert Hooke, en fysiker og biolog som arbeidet med temaet på 1700 tallet utviklet analyser og tanker om stressårsaker. Han fremstilte dette som miljøbetingede krav tilhørende biologiske, psykologiske og sosiale system og hans forståelse, definisjoner og matematikk har influert sterkt på utviklingen av begrepet slik vi kjenner det i dag. (Kowalski-Trakofler et al., 2003).

I boka *Samvirke, en lærebok i beredskap* beskriver Leif Inge Magnussen (Carlström et al., 2017) noe av beredskapslederens stressfremkallende paradoks. Det ligger i dennes utfordringer om å løse en situasjon som ofte ligger utenfor det man har trent på, og opprettholde idealet i allikevel å kunne arbeide hensiktsmessig, basert på trening. Basert på nyere forskning fremstiller Magnussen en stressmodell som viser utvikling av stress i stadier, og hvilke følger det kan få for kognitiv ytelse og atferdsmessige forhold. Se figur neste side.



Figur 2: Stresskone

Magnussen referer til Bjørklunds definisjon av stress som «enhver stimulus eller kjede av stimuli som er av et slikt omfang at det påvirker likevekten til organismen» (Carlström et al., 2017, s.86). Lyd er sensorisk stimuli og kan bli et stressелеment. Kunnskap om effekten av stress på individets dømmekraft er essensielt for beredskapsledelse sier (Kowalski-Trakofler et al., 2003). De konkluderer som Magnussen, at stress har en avgjørende betydning på individets dømmekraft i beredskapssituasjoner (Carlström et al., 2017, s.85).

Dømmekraft, i betydning evnen til å ta vurderte beslutninger og komme til fornuftige konklusjoner, er et sammensatt begrep og involverer vår hukommelse og tilhørende *kognitive ytelse*.

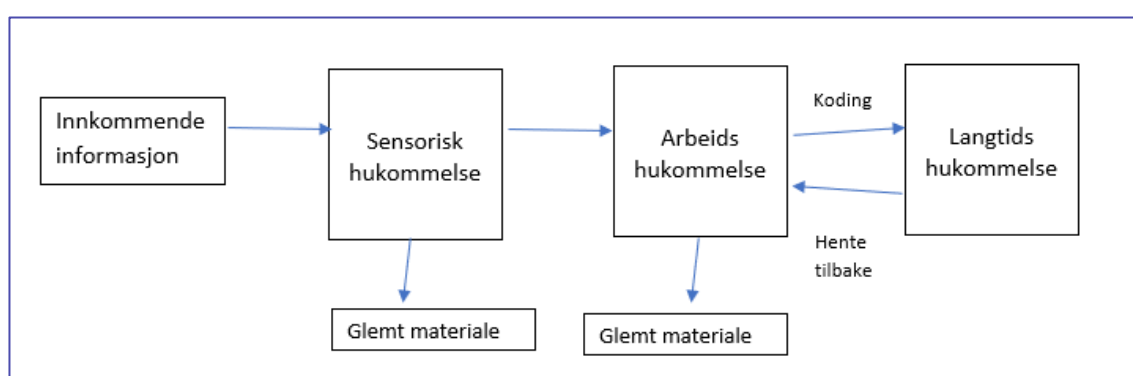
I Weicks forskning på meningssskapelse (Weick, 1993) i den såkalte Mann Gulch katastrofen hvor 13 brannmenn omkom, så kan vi fra hans fremstillinger av historien spore hendelsesforløpet i henhold til den før nevnte stressmodellen. Gruppen med brannmenn startet ut med oversikt og plan med fri tilgang til hele intellektet, og endte opp med refleksstyrt atferd og full panikk med tap av menneskeliv som resultat. Slik vi forstår det, grunnet tap av dømmekraft som resultat av ekstremt stress. Tilsvarende fra flybransjen, så har ulykken med Air France flight 447 avstedkommet betydelig forskning på den menneskelige faktoren i krisesituasjoner og menneskers evne til å miste tilgang til sin kognitive yteevne (Oliver et al., 2019). Fra å fly i 36000 fot med alt under kontroll og fri tilgang til all informasjon, til null fremdrift, ramle rett ned og etter ca. 4,5 minutter treffe havoverflaten med alle motorer i gang, med alle kontrollsystemer, skrog og vingeflater intakte og i full operativ tilstand. Forskningen på den menneskelige faktor i dette hendelsesforløpet, basert på analyser av flight data recorder, cockpit voice recorder og et antall piloters erfarings-input til årsaksforklaringen, finner man at alle analyser peker mot en akutt stress situasjon for pilotene og forårsaket at deres kognitive yteevne ikke var tilgjengelig (de Wit & Moraes Cruz, 2019). Slik stresstilstand utløses av en hendelse som fremkaller et sjokk i de nevrologiske system (startle response), forårsakende at all mental aktivitet stopper opp og blanker ut kognitive funksjoner. Avhengig av styrken på skremmeresponsen kan det ta lang tid før man klarer å komme tilbake til der man var kognitivt sett, selv i de tilfeller hvor det viste seg at årsaken til skremmelsresponsen viste seg å være en ikke-trussel (Martin et al., 2015).

3.1.2 Cognitive Load Theory som grunnlag for å forstå belastninger under beslutningstaking og kriser

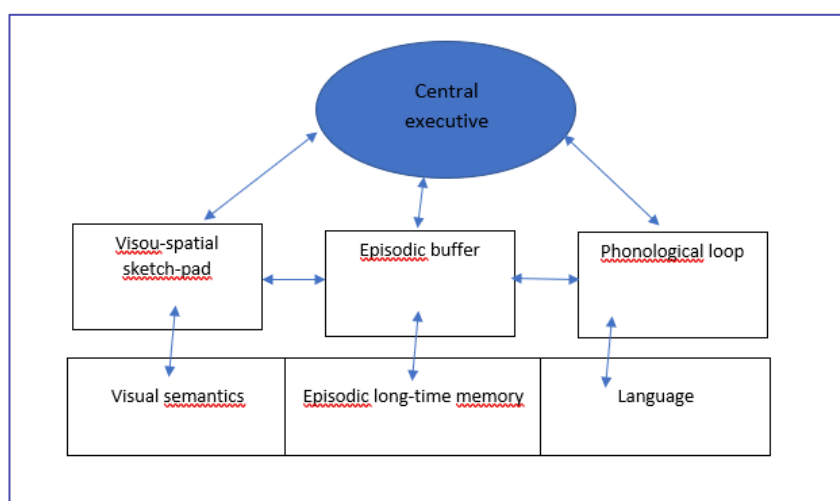
Det bakenforliggende perspektivet i forskningen på cognitive load, finner vi er altoverveiende rettet mot de kognitive prosesser involvert i hvordan man lærer og hva

som kan hindre eller forstyrre læring, med fokus på kapasitet (kognitiv ytelse) i hukommelsen, spesielt i enheten kalt korttidshukommelsen.

Cognitive Load Theory (CLT) er et konsept som bygger på en tidlig fremstilling av hvordan mennesker ved hjelp av hukommelsen prosesserer sin informasjonsbehandling, publisert av Richard Atkinson og Richard Shiffrin i 1968 (Hitch et al., 2020). CLT har utviklet seg fra en reduksjonistiske og sekvensielt orienterte fremstilling av denne prosesseringen, til Baddeleys mer holistisk orienterte systemmodell med parallellprosessering (Baddeley, 2010). Se nedenstående figurer.



Figur 3: Informasjons prosesserings modell. Etter Atkinson, R.C. and Shiffrin, R.M. (1968).



Figur 4: Modell etter Baddeley 2010

Den menneskelige informasjonsprosesseringen ble i tidlig fase (Atkinson et.al, 1968) beskrevet i en enkel kognitiv arkitektur, satt sammen av tre hoveddeler, navngitt sensorhukommelse, arbeidshukommelse (senere kalt korttidshukommelse) og langsiktig hukommelse. Korttidshukommelsens funksjon ble tidlig fremstilt som et eget system for korttidslagring av informasjon fra de sensoriske system, og at dette systemet dannet en viktig komponent i den menneskelige tankeprosessen ved å være bindeledd mellom sensorhukommelsen og langtidshukommelsen (Baddeley, 2003).

Med utgangspunkt i Atkinson og Schiffmans (1968) kognitive arkitektur, lanserte John Sweller sin Cognitive Load Theory i 1988 og som senere forskning i stor grad bygger på. Han benyttet den gang et flytdiagram for sin fremstilling av informasjonsprosessen (Sweller, 1988, s. 269). Vi finner det som et vesentlig poeng i forståelsen av utviklingen av modeller og teorier for prosessering i hukommelsen, fordi flytdiagram (Flow Chart) på den tiden representerte en ny form for visualisering av prosesser, designet for bruk ved konstruksjon av datamaskiner og algoritmer, altså ikke-levende systemer. Herman Goldstine og John von Neumann er for øvrig kreditert for designet av dette verktøyet i 1946, som tidlig ble tatt i bruk av teknologigiganten IBM. Flytdiagram er sin enkelthet basert på endimensjonal logikk i form av sant eller usant avgjørelser, og viser hvordan man bygger og kontrollerer flyt i en logisk prosess i ikke-levende systemer basert på lineær årsak-virkning tenking. Når samme logikken blir benyttet for fremstilling av prosesser i biologiske komplekse og sammenhengende systemer med bevissthet, støtter man i stor grad på forholdet som Alfred Korzybskis postulat synliggjør - at kartet er ikke terrenget det representerer, i beste fall har det en lignende struktur (Korzybski, sitert i Bateson, 1991). Enn videre at ordet som beskriver ikke er det beskrevne, noe Gregory Bateson tar opp i sin teori om klassifisering. Han bruker Korzybskis utsagn som støtte til forståelsen av at når man navngir noe så skjer det en klassifisering, det gis en logisk type, og at kartlegging (i denne sammenhengen flytdiagram) i det vesentlige er det samme som å navngi (Bateson, 1991). Dette synliggjør et interessant paradoks; vi bruker altså hjernen til å forstå seg selv og sine funksjoner, og hjernen kan kun beskrive sin forståelse av dette ved hjelp av logiske typer som representerer noe annet enn hjernen, både i visuell fremstilling og ved hjelp av ord.

Vi oppfatter at distinksjonen mellom fremstilling av en prosess for systemer med og uten *bevissthet* er viktig, for bedre å kunne forstå utviklingen av modeller og teorier om hvordan mennesker prosesserer informasjon og hukommelsens plass i dette bildet. Det er også stor forskjell i forståelsen av - og fremstillingen av nevnte prosessering, basert på om man tenker at hukommelsen inneholder bevissthet, eller at bevisstheten inneholder hukommelse. Mainstream forståelse av sistnevnte spørsmål - i tidsrommet fra Swellers første fremstilling av tanker om CLT og frem til i dag, kalles turbinteorien (Laszlo, 2016). Det vil si at hjernen produserer bevissthet, at bevissthet kun opptrer lokalt i hjernen og når dennes funksjoner opphører så opphører også bevisstheten, inkludert alle hukommelsesfunksjoner. Dagens frontforskning, i den vitenskapelige tilnærmingen til bevissthet, finner imidlertid at «hjerneforskningen kun har påvist at det er korrelasjon mellom bevisst opplevelse og hjerneaktivitet, men korrelerende aktivitet betyr ikke uten videre at det er hjernen som skaper bevissthet, ei heller at erindring (hukommelse) er bundet til hjernen alene» (Laszlo, 2016). Vi finner at utviklingen til ny forståelse, nye modeller og begrepsapparat til enhver tid foregår i miljøer preget av de tidsmessige rådende kunnskapsbetingede-, sosiale- og forståelses paradigmer. Disse paradigmene er felles og danner samlet den rådende kulturen man arbeider i. Kulturen definerer rammene for det som er akseptabelt og vil også kunne påvirke forskningen da det er vanskelig å komme forbi de etablerte paradigmene (Andersen, 2009). Da Sweller publiserte sin teori i 1988, argumenterer vi for at det rådende paradigmet innen hjerneforskning og forståelse av bevissthet inklusive hukommelse var den såkalte turbinteorien, som kort sier at det er hjernen som produserer bevisstheten og at den eksisterer lokalt i individet, det til følge at all hukommelse også befinner seg på gitte steder i hjernen. Vi oppfatter at dette også er den rådende teorien i dag. Nye spørsmålstillinger som hvorfor og hvordan det har seg at menneskets hjerne i det hele tatt generer indre opplevelsestilstander (Norman, 2019 s. 171) baner imidlertid veg for ny forståelse av temaet og nye teorier. Eksempelvis sky-teorien, eller hologramteorien, som begge plasserer bevissthet utenfor hjernens fysiske domene, som en tilgjengelig men ikke-lokal lagret eller produsert entitet (Laszlo, 2016).

Swellers bidrag og senere forskeres bidrag til hvordan mennesker prosesserer informasjon, og hvordan det påvirker den kognitive ytelsen, forholder seg til basismodellen fra Atkinson og Shiffrin (se figur 2). Den sier i korthet at all sensorisk

informasjon vi mottar til enhver tid, først filtreres i sensor hukommelsen og deretter overføres til arbeidshukommelsen/korttidsminnet. Arbeidshukommelsen kan typisk romme mellom fem og ni forskjellige informasjonsbiter. Disse informasjonsbitene blir løpende klassifisert og overført til langtidshukommelsen. Her blir de lagret i henhold til sin klassifisering i en struktur som kalles for skjema. Ett skjema danner den enkeltes oppfatning av hver klassifisering, eksempelvis katt, hus, stå på ski, bil og pattedyr. Disse skjema danner også grunnlaget for innlært atferd i henhold til den enkelte klassifisering, og kalles automasjon. Swellers forskning og teori tok utgangspunkt i at evnen til å løse problemer er en viktig og etterspurt egenskap. Han stilte spørsmålet om hva som skiller problemløser ekspertene fra den ikke så gode, og søkte forklaringen i hvordan hukommelsen fungerer, med søkelys på korttidshukommelsen i forbindelse med læring. Hans begrep «Cognitive Load» viser til at korttidshukommelsen har begrensede kapasitet og at overbelastning av denne gjør det vanskelig å etablere nye skjema og som kan hjelpe til i problemløsningen. Han argumenterer at individets evne til valg av strategi for sin problemløsning er en sterkt innvirkende faktor på belastningen av korttidshukommelsen, (Sweller, 1988). Forskningen har fra starten av fokusert på hvordan vi benytter hukommelsen for å lære og herunder hvilke effekter kapasiteten i korttidshukommelsen har på læring, og hvilke forhold som skaper cognitive load. Senere forskning har også involvert de ytre fysiske elementer som kausale faktorer til cognitive load (Choi et al., 2014), i betydningen reduksjon av vår kognitive ytelse.

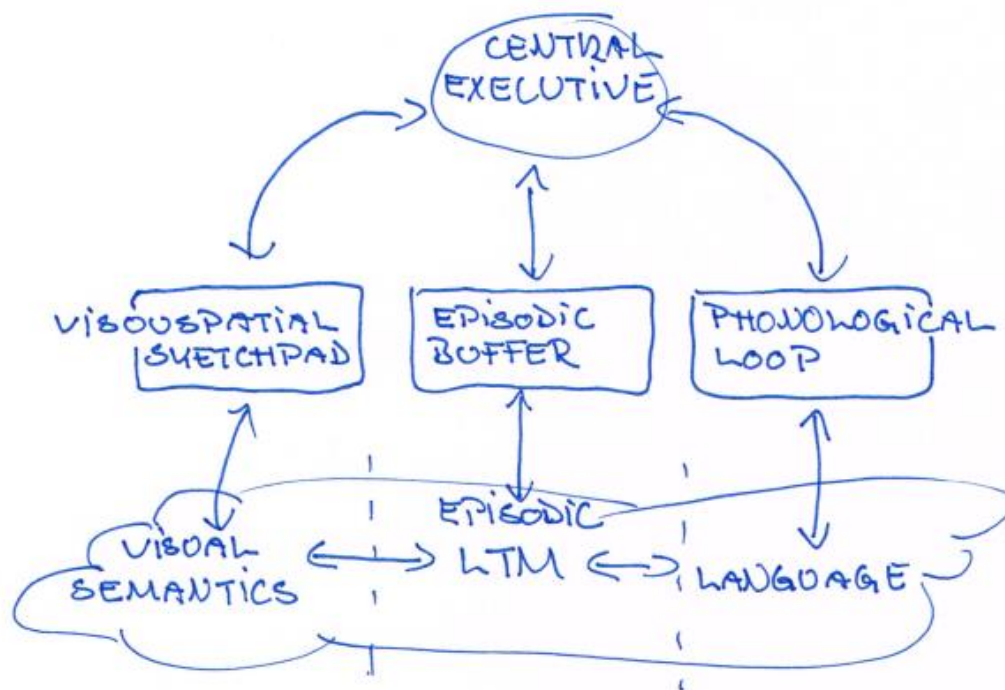
Allan Baddeley fremstiller korttidshukommelsen som et nødvendig system *underliggende* de menneskelige tankeprosesser, og hvis funksjon er å huske detaljer, samtidig som man holder på med å løse komplekse kognitive oppgaver som læring, resonering og forståelse (Baddeley, 2010, s. 136). Han trekker konklusjonen at mye av det som har vært forsket på innen korttidshukommelse har adressert sammenhengen mellom korttidshukommelsens begrensinger og ytelsen i utførelse av kognitive oppgaver. Baddeley selv, og andre forskere har i nyere tid dreid oppmerksomheten mot en forståelse av de *underliggende* prosessene som bidrar til å bestemme kapasiteten i korttidshukommelsen. En utvikling i retning av en mer systemisk tilnærming, som dekker både hvordan systemet utveksler informasjon med andre system og samtidig hvordan dette overordnet styres. Til dette arbeidet har Baddeley og Hitch utviklet en modell som viser den mer systemiske tilnærmingen til forståelsen av korttidshukommelsen (Baddeley, 2003). Se figuren under.



Figur 5: Tre-komponent modellen av korttidhukommelse. Etter Baddeley 2003.

Her forlater man modellen basert på lineær tenkning til en retning mer mot sirkulære prosess tenking (Bateson, 1991) som forklaringsmodell for hva som er årsak til hva, og hva som påvirker hva i systemet. Imidlertid opprettholder de i modellen tanken om at noe internt i hjernen, her plassert i korttidshukommelsen, kontrollerer denne hukommelsens kognitive prosess. Enheten central executive fremstilles i modellen som korttidshukommelsens eget kontrollorgan for to separate enheter kalt Visuospatial sketschpad og Phonologigal loop.

Baddeleys egen kritikk av denne modellen går på at den ikke har en mekanisme for samhandling mellom den visuospatiale og den fonologiske enheten. Modellen får heller ikke frem interaksjonen med langtidshukommelsen sier han, og da er det heller ikke mulig å kunne forklare hvordan allerede lagret informasjon i langtidshukommelsen (skjemaer) kan samhandle med korttidshukommelsen når det kreves. For å løse de nevnte problemene fra tre-komponent modellen, så beveger han seg over i en ny modell, kalt the multi-component working memory, som vist i figuren under.



Figur 6: Modell av flerkomponent korttidshukommelse.. Etter Baddeley 2003.

Den nye modellen viser klart orienteringen mot den systemiske og sirkulære prosess, hvor alle entiteter er gjensidig påvirkende. I forklaringen av relasjonene og interaksjonene i den nye modellen bringes det inn en ny lagringsenhet kalt episodic buffer, men man beholder fremdeles central executive som et lokalt kontrollorgan også for denne. Modellen bringer også inn to nye interessante begrep, bevisst oppmerksomhet (conscious awareness) og globalt arbeidsområde. Episodic buffer integrerer de andre enhetene og har samtidig tilgang til den informasjonen disse enhetene besitter – en global arbeidsflate. Bevisst oppmerksomhet er den (bakenforliggende) prosessen som binder sammen og henter opp informasjonen som er tilgjengelig via bufferets globale arbeidsflate. Disse to egenskapene ved bufferet fremstilles som avgjørende for kapasiteten i korttidshukommelsen (Baddeley, 2003, s. 836).

Vi oppfatter at introduksjonen av elementet bevissthet er interessant fordi det representerer en utvidelse av begrepshorizonten. Baddeley bringer her inn i teoriutviklingen begrepet bevisst oppmerksomhet og sier at det har en korrelasjon med korttidshukommelsen, men ikke hvor settet for denne bevisstheten befinner seg. Tenker

han at den har sete i hukommelsen lokalisert i hjernen, eller at hukommelsen har sete i bevisstheten som er lokalisert et annet uspesifisert sted? Han fremstiller bevisst oppmerksomhet (conscious awareness) som en entitet hvis funksjon er å binde sammen informasjon og hente den opp, til hjelp for enheten episodic buffer i administrasjonen av korttidshukommelsen. Det sies imidlertid ikke noe om hva som aktiverer nevnte bevissthet, men han konkluderer selv at koblingen mellom denne bevisstheten og korttidshukommelsen representerer et forskningsmessig meget interessant grensesnitt.

Vi velger å ikke gå ikke dypere i dette materialet. Poenget for oss er oppfattelsen av at den nåværende forskning på korttidshukommelse antar, som forklart i både tre-komponent- og multikomponent modellen, at man skiller mellom prosesseringen av responser fra visuelle eller auditive input fra sensorsystemet vårt. Man fremstiller fortsatt hukommelse og eget kontrollorgan for denne som adskilte enheter fysisk lokalisert på forskjellige steder i hjernen. Dette perspektivet mer enn indikerer at turbinteorien som nevnt tidligere, fremdeles er den gjeldene. Forskningen argumenterer for at korttidshukommelsen har en avgjørende rolle i prosessering av sensorisk informasjon, at det eksisterer en bevissthet (conscious awareness), at det er en korrelasjon mellom denne og hukommelsen i betydningen kognitiv kapasitet, og at det er flere forhold som kan skape så mye kognitiv last i korttidshukommelsen at det påvirker evne til å tenke, lære, løse oppgaver, beslutte og ha oversikt på en situasjon. Innen feltet kriseledelse trekkes det frem (Choi et al., 2014), at (lyd)støy, sammen med høyt informasjonspress, risiko og uforutsette hendelser er empiriske undersøkte eksempler på forhold som påvirker kognisjonen.

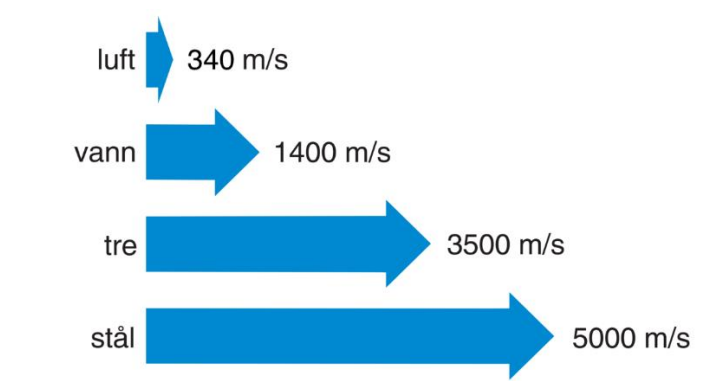
3.2 Lyd og overtoneteori

3.2.1 LYD SOM FYSISK FENOMEN

Innen fysikkens verden beskrives lyd som et fenomen som oppstår når luftmolekyler settes i bevegelse av mekaniske svingninger fra et objekt, for eksempel et musikkinstrument, en stemme eller maskiner. Når luftmolekylene settes i bevegelse, vil de bre seg som bølger med en hastighet, bestemt av de fysiske egenskapene til det

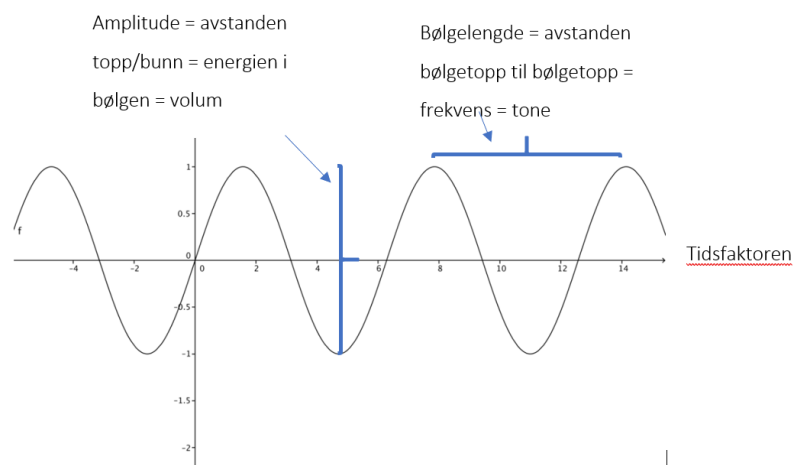
mediet de brer seg gjennom. Energien i de mekanisk induuerte bølgene påvirker småpartiklene i det stoffet bølgene brer seg gjennom, slik at disse partiklene også settes i svingninger og transporterer energien gjennom stoffet uten at partiklene selv flytter på seg.

Figuren under viser omtrentlige verdier for hastigheten gjennom fire forskjellige stoff.



Figur 7: Transporthastighet i forskjellige stoff

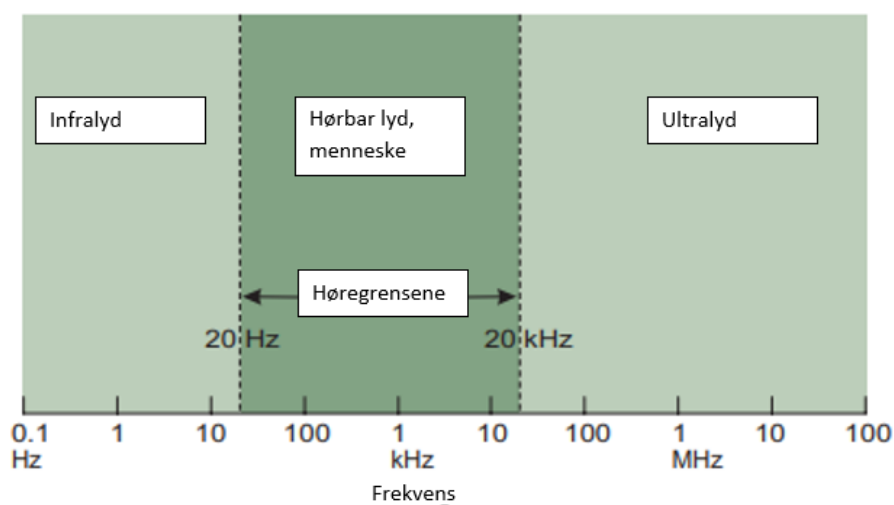
Bevegelsen fra luftmolekylene skaper trykkforandringer i luften. Når trykkvariasjonene inneholder nok energi (volum) og innenfor et visst bølge(frekvens)område vil ørene våre oppfatte dette som lyd. Selv om lydbølgenes bevegelser er usynlige, så fremstilles de visuelt ved hjelp av elektroniske måleapparater, og der som sinuskurver slik det vises i figuren under.



Figur 8 Lydhastighet gjennom forskjellige stoff

Lyd defineres ved hjelp av tone, volum og klang. Tone måles i antall svingninger pr sekund, kalt bølgelengde, og benevnes med måleenhet Hertz (Hz), hvor 1 Hz = en

svingning pr sekund. Høy tone har flere svingninger pr sekund enn det en lavere tone har. Volumet eller også styrken, benevnes ved hjelp av forskjellige skalaer, hvor den logaritmiske Desibelskalaen ofte er benyttet. Volumet eller styrken på lyden visualiseres som avstanden mellom topp og bunn på sinuskurven, kalt amplituden. Lydbølger transporterer energi. Volumet (desibeltrykket) bestemmes av mengden energi som påvirker luftmolekylene og derav gir størrelsen på trykkforandringen. Større trykkforandring gir mer volum. Det er vanlig å dele inn hele spekteret av lydfrekvenser i tre områder, infralyd, lyd og ultralyd slik figuren under viser.



Figur 9 Frekvensområder

Det menneskelige øret sies å oppfatte lydbølger i frekvensområdet 20 Hz til 20 kHz. Øret oppfatter ordinært lyd mellom ca. 20 Hz og 20.000 Hz, dvs. lyd med bølgelengder mellom 17mm og 17m. I tillegg må lydbølgene inneholde en viss mengde energi. Det vil si vi har en nedre verdi for å oppfatte lyd. Ved 1000 Hz. vil et friskt øre teoretisk kunne oppfatte en ren tone hvis den har større lydtrykk enn 2.10 Pascal (Pa). Øret har størst følsomhet for frekvenser mellom 1000 og 4000 Hz, og menneskestemmen ligger nettopp i dette frekvensområdet. Ultralyd og infralyd er forskjellig fra ordinær lyd fordi de ligger utenfor den vanlige responskurven for menneskelig hørsel, og ikke oppfattes av ørets sanseorganer.

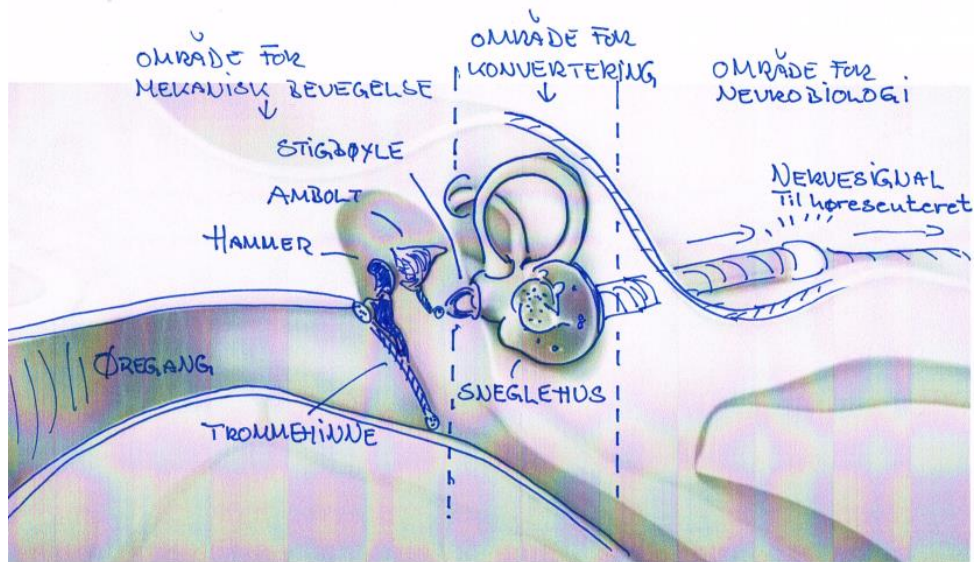
3.2.2 OVERTONER

I tillegg til tone og volum, defineres lyden også av sin klang. Denne utgjøres av såkalte overtoner i tillegg til grunntonen og gir for eksempel stemmer og instrumenter deres respektive og karakteristiske lyd. Nærmere bestemt er klangen avhengig av overtonenes antall og styrkeforhold til grunntonen, og samlet avgjøres klangen av type materiale, mediets konstruksjon, virkemåte og omgivelsene for mediet som frembringer lyden. Derfor kan toner med samme frekvens ha forskjellig klang, og vi kan identifisere hvilket media det kommer fra. For eksempel om det er et piano, en gitar, eller slag mot stål, stein eller tre mv.

En overtone er en frekvens som står i et spesielt forhold til grunnfrekvensen. For eksempel svinger 4. overtone 4 ganger raskere enn grunnfrekvensen den opptrer sammen med. Den har med andre ord 4 ganger kortere bølgelengde enn grunntonen. Alle toner, (unntatt sinustoner som produseres vha teknologi) har overtoner. Disse har alltid mindre amplitude enn grunntonen og er derfor mer lydsvake. Derfor kalles grunntonen ofte for primærtönen og overtonene som sekundærtøner. Overtoner har alltid samme (matematiske) innbyrdes avstand, uavhengig av grunntonen. I menneskestemmen utgjør overtoner sammenlagt den klang som vi kan gjenkjenne individer på eller deres sinnsstemninger.

3.2.3 LYD SOM OPPLEVELSE

Innen opplevelsens verden, starter lydopplevelsen som mekaniske påvirkningen på sanseorganene i øret, et rent fysisk fenomen, før det konverteres til nervesignal og ender opp som et immaterielt fenomen i form av individets subjektive opplevelse og meningsskaping av lyden, som resultat av en nevrobiologisk prosess.



Figur 10 Fra mekanisk til neurobiologisk prosess

Samme lyd kan oppleves forskjellig hos mennesker og dyr. Det indikerer at transformeringen fra fysiske variasjoner i lufttrykket via ørets organer, og via målbare nervesignaler til hjernen, går over til å tillegges eller gi mening ved hjelp av de ikke fysiske dimensjoner som tanker, emosjoner og følelser. Disse dimensjonene fremkaller en indre opplevelse hos oss og påvirker både vår mentale tilstand og fysiologi. Se for eksempel videoen om dement ballerina (RT, 2020)

En konstruksjonistisk basert forskning på temaet lydpåvirkning, finner evidens på at emosjoner, kroppslige følelser og tanker deler neurale nettverk (Oosterwijk et al., 2012), og at dette nettverket får sine stimuli både fra kroppens ytre omverden - herunder lydpåvirkning, fra kroppens indre miljø (somatovisceral), og fra hukommelsesbaserte tidligere opplevelser (Oosterwijk et al., 2012, s. 2111). Summen av disse stimuli forårsaker forskjellige mentale tilstander hos mottakeren. Om forskning på mentale tilstander og sammenheng i fysiologi, finner Neurologen Antonio R. Damasio at det er korrelasjon mellom emosjoner og følelser, nervesystem, de kroppssansende hjerneregioner og kroppslige tilstander (fysiologi). Damasio's emosjonsteori skiller distinkt mellom emosjoner og følelser, og emosjoner er ifølge hans definisjon de observerbare og målbare endringer i kroppen. Følelse er den subjektive opplevelse som emosjonens eier oppdager i det øyeblikket vedkommende blir seg selv bevisst emosjonen (Damasio, 2004). Felles for begge eksempler er at de viser til en tydelig sammenheng mellom ytre

stimuli – i denne sammenhengen også lydpåvirkning, og at dette forårsaker mentale og fysiologiske tilstander hos mennesker og dyr. Vi skal kort ta med hva forskningen på emosjoner og følelsers nevrobiologi sier om dets innvirkning på kognitiv ytelse.

3.3 Affekt og innvirkning på kognitiv ytelse

Filosofen Spinoza samlet drifter, motivasjoner, emosjoner og følelser i en gruppe kalt affekter, og mente at denne gruppen uttrykte et sentralt aspekt ved menneskeheten og med innvirkning på hvordan man styrer livet sitt (Damasio, 2004). I nyere forskning på temaet affekter tar Elisabeth Norman begrepet videre, og ser på grunnspørsmålet om hvordan affekt og kognisjon innvirker på hverandre. Hun argumenterer at «relasjonen mellom affekt og kognisjon ligger i at emosjoner ofte innebærer en eller annen form for kognitiv vurdering» (Norman, 2019). Med det plasserer hun kognisjon som en tilhørende og nødvendig del av emosjonelle reaksjoner – affekter. Affekt kan påvirke hvordan vi tenker, det vil si kognitive prosesser som oppmerksomhet, persepsjon, hukommelse, beslutninger, læring og problemløsning. Affekt kan også både påvirke innholdet i vår tenkning og samtidig reflektere aspekter ved tenkningen vår. Det betyr at der Baddeley og Hirsch sin forskning er opptatt av hvordan vi tenker, så er man her opptatt av hva man tenker på og hvilken påvirkning affekter kan ha på dette innholdet. Empirien viser for eksempel at mennesker husker informasjonen bedre når de har samme humørsituasjon ved gjenkalling av denne, som når informasjonen ble kodet inn i hukommelsen (Norman, 2019). Man kan beskrive og forklare kognisjon og affekt som to adskilte systemer, men i virkemåte synes de å være uløselig knyttet sammen og gjensidig påvirkende.

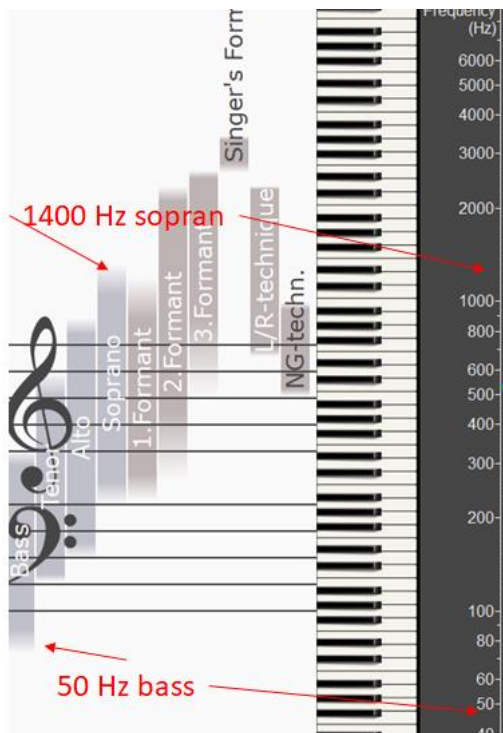
Angående affekter. En undersøkelse foretatt av Daniel Richardson, eksperimentell psykolog ved University College London, finner at lydstimuli gir større affekter hos personer enn visuelle stimuli (Richardson et al., 2020). I undersøkelsen fikk en gruppe studenter først se utvalgte film scener fra Games of Thrones og fra Nattsvermeren, samtidig som de var tilkoplede instrumenter for overvåking av puls, kroppstemperatur mv. Deretter fikk de lytte til de samme scenene på lydbok. Et interessant funn er at studentene selv mente de hadde sterkere *følelser* når de så film, enn ved å lytte. Imidlertid viste målingene at under lytting, så økte kroppstemperatur og puls mer enn

ved å se film, det var større hjerneaktivitet, og i fysiologien viste de større tegn til affekt. Konklusjonen til Richardsons undersøkelse er at lyd stimulerer hjernen mer enn ved visuelle stimuli.

3.4 Vokalteknikkteori, kunnskap om påvirkninger i krisesituasjoner

Dette kapittel er tatt med for å kunne vurdere om typiske lyder og frekvensområder som mennesker kan lage, påvirker korttidsminne. En beskrivelse av menneskestemmers muligheter i forskjellige lydfrekvenser er derfor interessant som grunnlag for å velge lyder til eksperimentet, samt danne utgangspunkt for frekvensfokus i analysen av dataene. Er det for eksempel frekvenser som stemmen kan lage, som også er de som påvirker mest?

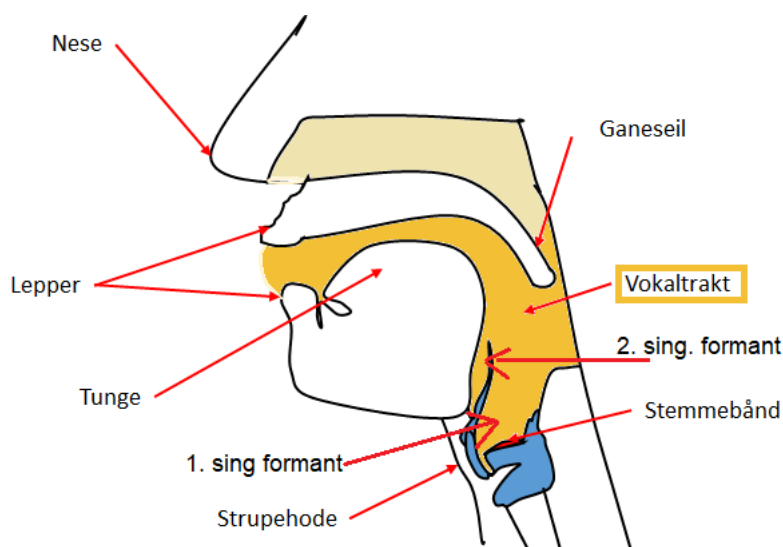
I beskrivelse vokalens kvalitet hos sangere brukes ofte begreper som klangfarge, timbre, vokalpreg ol. (Sadolin, 2012, s. 158) Det man egentlig prøver å forklare med slike uttrykk er graden og miksen i overtonene en sanger klarer å frembringe. Lyden produseres ved at luft presses over stemmebåndene, som vibrerer og som strammes til tonen kommer i den tonehøyde som ønskes. Dette produserer den såkalte grunntonen. Menneskers grunntoner ligger i lydfrekvensleie fra ca. 50Hz (veldig dyp bass sanger) til ca. 1400 Hz for vanlig lyst sopranleie. Skrik fra sopranstemmer som barn kan ha en lysere grunntone enn dette.



Figur 11 Frekvensoversikt ihht spektrogramprogrammet VoceVista.

I vokaltrakten, som går fra stemmebåndene i strupehode og helt frem til leppene, bestemmes så hvilke overtonefrekvenser som skal komme tydeligere frem i lyd kvaliteten. Alle vokalene lages ved at vi lager forskjellige hulrom i vokaltrakten. Det dannes forskjellige resonanskamre som bestemmer hvilke overtoner som kommer tydeligere frem i lyden. Enkelt kan man si at hvis man lager lite rom i vokaltrakten, så får man fokus

på de lyse overtonene, mens hvis man åpner opp og lager stort hulrom så blir fokus på de lavere overtonene. Man får da en mørk klangfarge.



Figur 12 Vokaltrakten

I de fleste tilfeller snakker vokalpedagoger om to hoved-resonanskamre, nemlig den fremre munnhulen og halskammeret. Disse danner en såkalt basis for to overtonekonsentrasjoner som danner såkalte formanter. Kombinasjonen av størrelsen på disse to resonanskamre, danner de to hoved formanter, hvor ulike kombinasjoner av lys og lav frekvens i de 2 formanter danner våre vokaler. Lydfrekvensene til disse overtonekonsentrasjonene ligger i området fra 300 Hz opp til ca. 2,7 kHz. Alle sangere kan, men spesielt klassisk trenede sangere, som operasangere og kan få til en sangerformant (singersformant)(Sundberg, 2001), som ligger i leie ca. 2,5 – 3,5 kHz området. (Se bilde med formanter og piano) Dette er et frekvensområde som tidligere er nevnt, er en del av det spekteret som lyden trenger minst energi for at vi skal høre den. Altså innenfor det frekvensområdet hvor vi mennesker er mest lydfølsomme. Nyere forskning i overtoner og formanter (Feng & Howard, 2021), påstår at noen sangere lager et lite resonanskammer, over luftklaffen som stenger ned til lungene når man spiser og drikker. Dette kammeret er tilstede når enda høyere frekvensverdier, altså i 7,5 – 9 kHz område, produseres av sangere. Der ligger noe som de kaller den andre sangerformant (second singersformant). I nødscrik fra mennesker brukes stor kraft fra mellomgulvet, som presser luft via stemmebånd, videre i vokaltrakten. Siden kraften i lyden er så stor, tror vi nødscrik kan produsere høye dB i begge de høyfrekvente sangerformanter. Det ser

vi i lydene vi bruker i lyd09 og lyd20, som er omtalt senere. Den sterke kraften i nødskrik gir ofte også en vibrerende lyd. Dette skjer fordi deler av vokaltraktens myke deler også ofte begynner å vibrere. Man får såkalte effekter som man i vokalteknikk-literatur kaller: «distortion», «grynt», «growl» ol (Sadolin, 2012). Disse lydeffektene kjennetegnes ved at det blir en ujevn tone.

4 Metode

4.1 Design av eksperimentet

For å undersøke hvordan korttidsminne mulig påvirkes av forskjellige lyder har vi laget et opplegg som går ut på å teste hvor godt respondentene kan huske en tall- eller bokstavrekke, med og uten lyd/støy-påvirkning. Testene er utformet ved at det er laget 4 filmer, en til hver test. Strukturen i filmene følgende: 7 sekunder velkomstbilde, så 8 sekunder til å memorere en tall/bokstavrekke de vil se på en felles skjerm. Etter dette får de 10 sekunder til å skrive ned det de husket på ark de har fått utlevert. Hver av de 4 testene har ark med linjer for å notere tegnrekker som spilles av i filmene. Arkene er lagt ved som vedlegg. Etter hver skriving får deltagerne 20 sekunders pause, for at korttidsminne skal få tid til å blankes ut/resette seg. Eksperimentet har altså 4 deltester, samt en opplæringsdel/lydbevisstgjøring mellom deltest 2 og 3. Første deltest gjøres med tilfeldig utvalgte 5 tall og 5 bokstavrekker a 8 tegn, annen hver gang tall/bokstaver, uten lyd. Samme oppbygging har den andre og tredje deltest, men med andre tilfeldige tall/bokstaver og nå med ulike lyd/støy spilt av, mens de memorerer og skriver ned det de husker.

Etter den andre deltest kommer en opplærings/bevisstgjøringsdel, hvor man søker å få deltagerne til å bli bevisst på frekvenser hvor hørselen er spesielt følsom (ca. mellom 2-5 kHz) og hvordan overtoner virker inn på lyders klangfarge og lydbilde. Som hjelp til dette brukes et spektrometerprogram som heter VocaVista (Maass et al., 2020) og noen overtone-lydeksempler fra oberton.org («Nur wenige können diese Melodie hören - Mach den Hörtest», 2017). Av egen erfaring fra egen undervisning, vil de fleste, ved gjennomkjøring av de ulike lydene på nettstedet, bli flinkere til å legge merke til overtoner i lyd. Hvis man i tillegg viser lydenes forskjellige overtonestruktur i spektrogramprogramvare, vil de alle fleste tilegne seg egenskaper til å analysere lyden ut fra et større lydherz-spekter en kun grunntonen. I den 3dje deltest kjøres en film med lik struktur som i deltest 2, med noen av de samme og noen ulike lyder. Deltest 4, er en kontrolltest for sjekk om deltagerne har lært seg metoder for å huske bedre. Denne består bare av 2 tallrekker og 2 bokstavrekker.

4.2 Tall og bokstavrekker

Tall/bokstav-rekker av 8 tegn er tilfeldig generert ved hjelp av randomfunksjon i MS Excel.

For tall brukes formel =HELTALL(TILFELDIGMELLOM(10000000;99999999))

For bokstaver brukes formel =TILFELDIGMELLOM(1;29) i 8 celler. Disse numrene ble igjen brukt for å velge ut en bokstav fra A – Å og legge inn i egne celler. Innholdet i følgende tabell ble brukt i de forskjellige eksperiment-tester.

Tabell 1 Oversikt over alle deltestenes rekkefølge og tegnrekker brukt i eksperimentet.

	Test1 U lyd	Test2 M lyd	Test3 m lyd	Test4 U lyd
1	45867198	72440361	25870442	62977964
2	NNVWLHIJ	SDBQCAQS	QPTFVLWL	UVLTTDIA
3	74838700	80053430	80468016	79606201
4	IGRFASXW	TCFPVTFZ	ÆOQLEÅWE	WCUXSAUØ
5	39055727	77067954	50956463	
6	ÅUVURSET	SWQQDWQD	AMXMACCK	
7	30545147	31831405	80715080	
8	FHFYFKJP	OKØTKNJI	XRSNVZST	
9	92936105	37581076	72480136	
10	GSTYDTIB	KLWMRIWF	OÆRSYØÅE	

4.3 Lydene

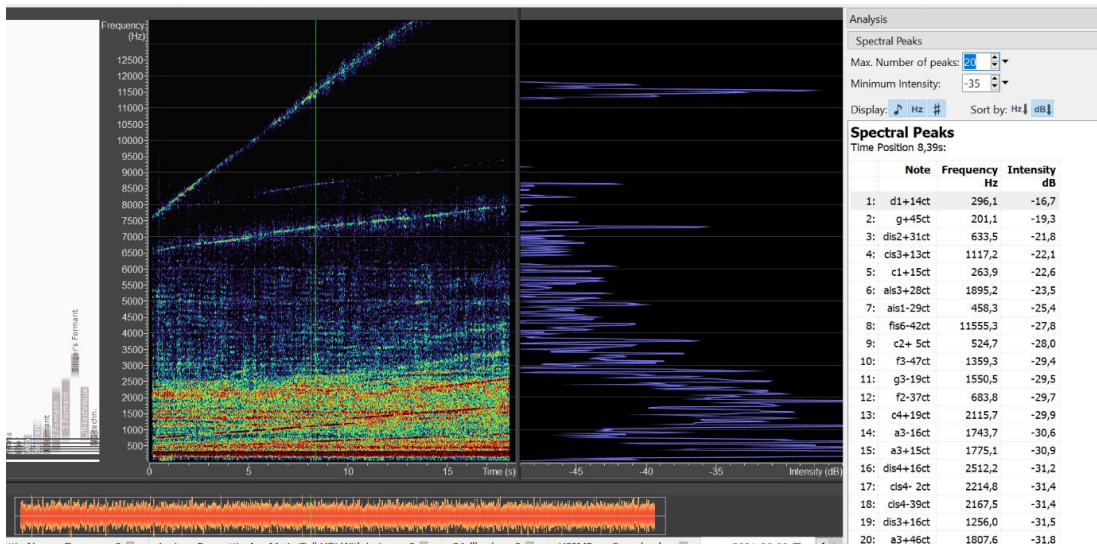
De fleste lydene er funnet ved å søke etter lyder på internett. Ønsket var å finne relevante lyder for nød/redning/beredskaps-arbeid. Det ble søkt etter skrik fra mennesker i nød/redsel, helikopterstøy, vind og stormlyder, lyd av storbrann med svake radiosamband-forstyrrelser ble mikset sammen. Lyder som vi fra egen erfaring vet påvirker oss, slik som «negler dratt over kritt-tavle» og barnegråt tok vi også med. Det ble også komponert 2 lydeksempler basert på 4 sinus lyder som ble mikset sammen. En sinuslyd en konstruert lyd uten noen overtoner og finnes ikke naturlig. Sinuslydene ble konstruert ved hjelp av lyder lagret fra nettstedet (*Online Tone Generator - Free, Simple and Easy to Use.*, u.å.) og uttrekk fra lyd i youtubefilmen Sweep from 20 Hz – 20 kHz (adminofthissite, 2012). Det ble også valgt å ta med noen hviskelyder siden disse ofte har

høy andel av lydstyrken i høye frekvensområder. Alle lydene ble behandlet, normalisert og mikset ved hjelp av verktøyet Audacity (*Home Audacity*, 2021). Alle lydsnutter ble laget med en varighet på 18 sekunder, som utgjør tiden man har til å se tegnrekken (8 sek) pluss tiden man har til å skrive ned tegnrekken (10 sek). Under følger en oversikt av lyder, de som er repetert og deres målte høyeste desibel i klasserommet.

Tabell 2 Oversikt over alle lydene brukt i eksperimentet

Lyd	Type lyd	Samme som	Desibeltopp
01	Helikopter oppstart, jet motor		85
02	Storm med torden	16	84
03	Skrik jente repeat, dalende pitch		85
04	Brann med innslag av radiosamband	12	81
05	Negler på kritt-tavle	18	83
06	Hvisking herrer		62
07	Barnegråt		89
08	Skrik jente lik lyd03, minus 2,5-3,5 kHz		89
09	Smerteskrig mann, samme som lyd 20	20	93
10	4 sinuslyder mikset sammen		89
	Minikurs i overtonebevissthet		
11	Nyfødtskriking		85
12	Brann med radiosamband, samme som lyd 04	04	83
13	Skrik jente		84
14	Helikopter som nærmer seg, jet		91
15	4 sinuslyder opp og ned		90
16	Storm med torden	02	88
17	Nødskrig mann repeat		86
18	Negler på kritt-tavle	05	85
19	Hvisking jente		67
20	Smerteskrig mann, samme som lyd 09	09	93

4.3.1.1 Lyd 01 – Helikopteroppstart, jetmotor

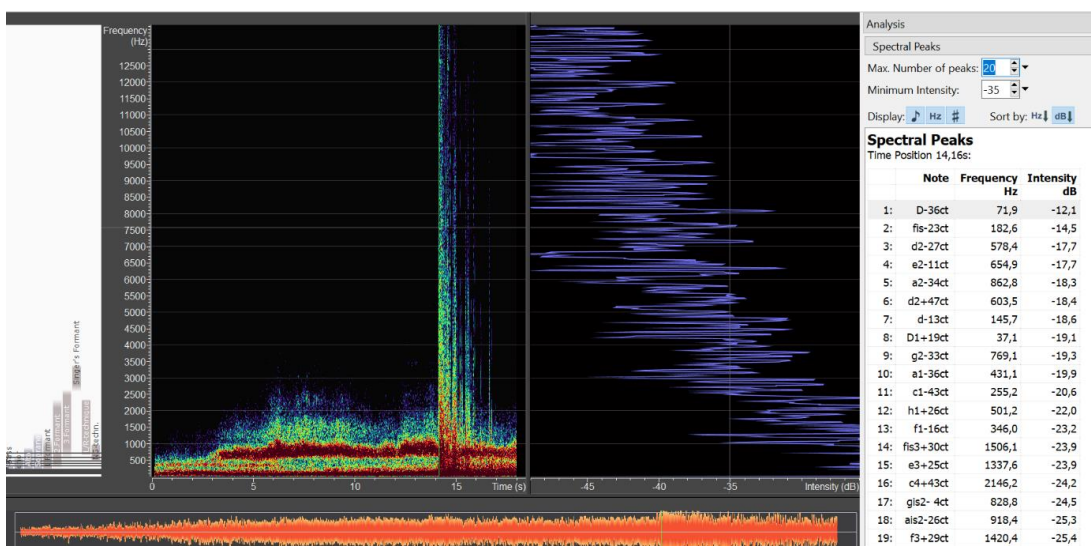


Figur 13 Spektrogram over lyd 01

Nederste oransje linje viser ganske jevn energistyrke i lyden.

Den loddrette grønne streken angir stedet i lyden, hvor desibel kraftfordelingen vises i det høyre svarte vinduet. Helt til høyre angis høyeste desibelstyrke i det samme punktet. Her er det lett å se at de to stigende linjene øverst i den høyre svarte bilderammen viser en stigende tonehøyde i jetmotoren til helikopteret. De 2 øverste linjene har også stor desibel (dB) kraft, ser man i det høyre øyeblikks-bilde.

4.3.1.2 Lyd 02 og 16 – Storm med torden

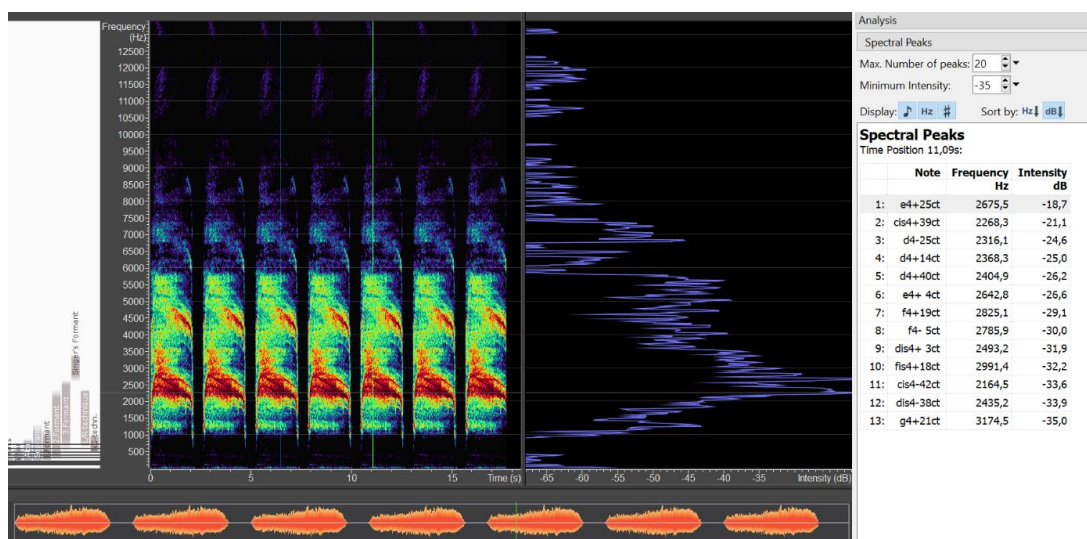


Figur 14 Spektrogram over lyd 02 og 16

Her ser man en økende styrke i lyden i nedre oransje bilde, med plutselig sterkere ved tordenskrall. Desibelkraftfordelingen i høyre svarte bilde er tatt ved tordenskrallets

begynnelse og viser styrker i hele spekteret opp mot 12,5 kHz. Kraften i tordenskrallet er likevel sterkest i de lavere tonehøyder.

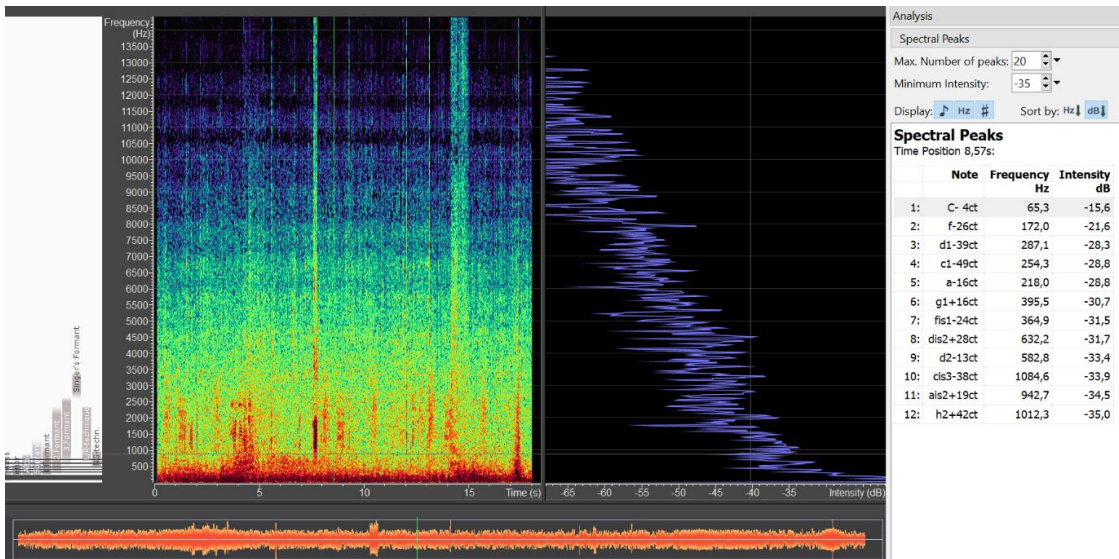
4.3.1.3 Lyd 03 - Skrik jente repeat, dalende pitch



Figur 15 Spektrogram over lyd 03

Samme skrik er gjentatt 7 ganger, og lydstyrken øker i løpet av det som gjentas. Synkende tonehøyde sees i veldig lys sopran grunntoneleie, fallende fra over 2,1 kHz til 1,8 kHz. Ikke så sterke overtoner her, men det slår inn overtoner rundt 4 kHz i slutten av skriket. Distortion effekt og ujevn tone kan høres.

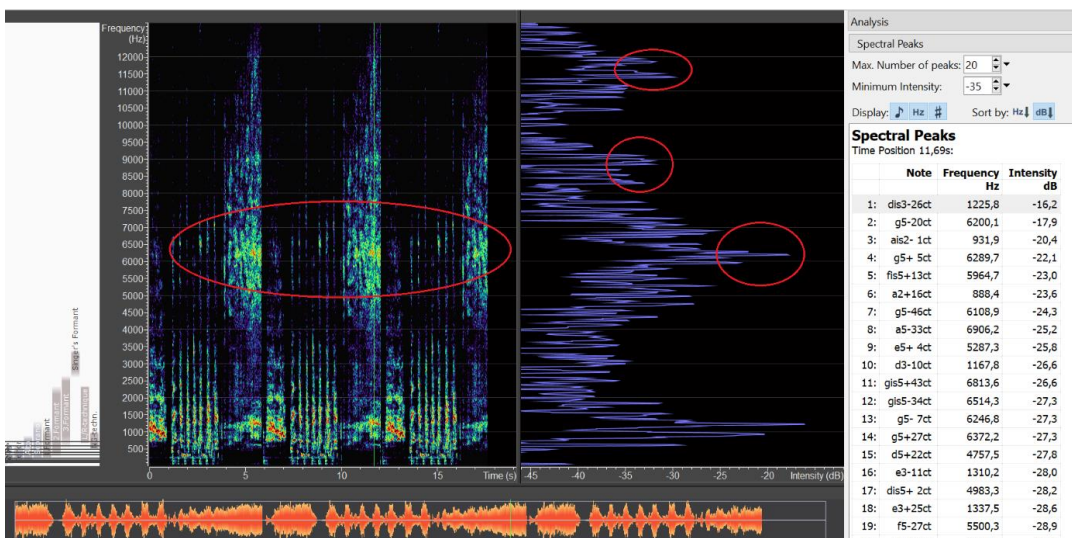
4.3.1.4 Lyd 04 og 12 - Brann med innslag av radiosamband



Figur 16 Spektrogram over lyd 04

Jevn lydstyrke, med noen topper med radiosamband klikks og forstyrrelser, er dette. Ujevn tonehøyde. Dette bør være kjente lyder for brannmenn.

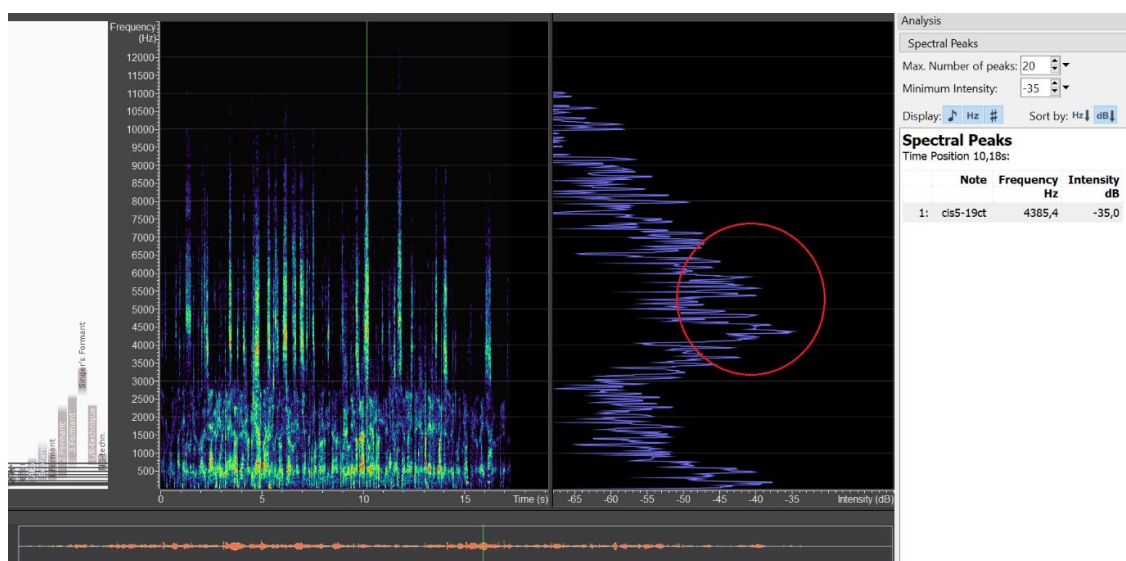
4.3.1.5 Lyd 05 og 18 - Negler på kritt-tavle



Figur 17 Spektrogram over lyd 05 og 18

Samme negler på tavle gjentatt 3 ganger med barn som humrer i lavere frekvenser. Sterk overtone-topp på 6,5 kHz, men også 8 og 11,5 kHz. Kjent lyd fra skolen for de eldre?

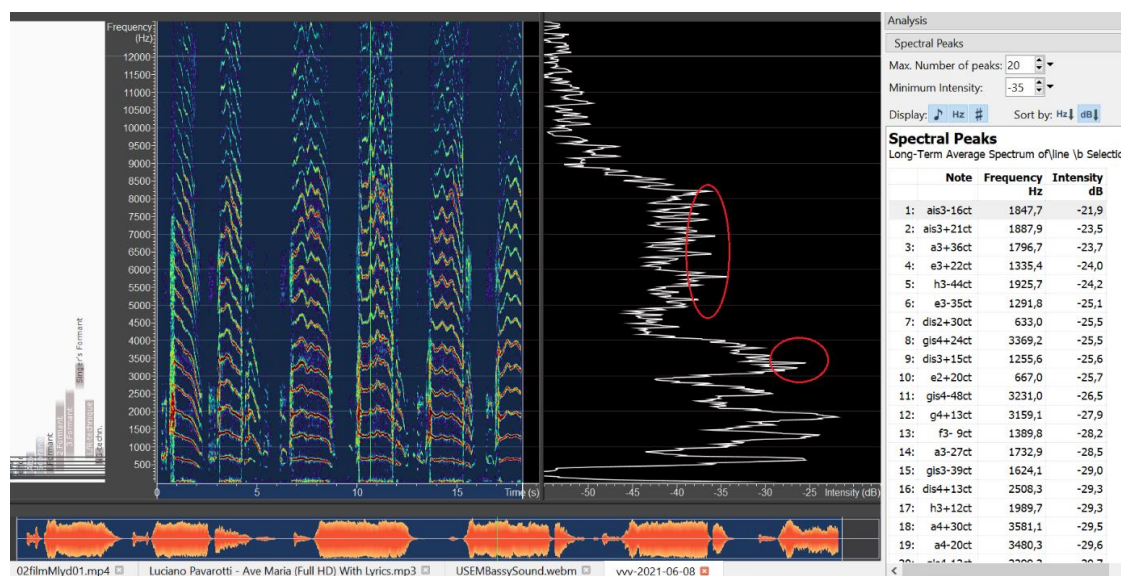
4.3.1.6 Lyd 06 – Hvisking herrer



Figur 18 Spektrogram over lyd 06

Svak lyd av herrer som hvisker, umulig å skjønne hva de sier. Typisk konsonantlyder som K og S som lager dB-topper mellom 3,5 – 8 kHz er fremtredende. Vekker hvisking naturlig nysgjerrighet?

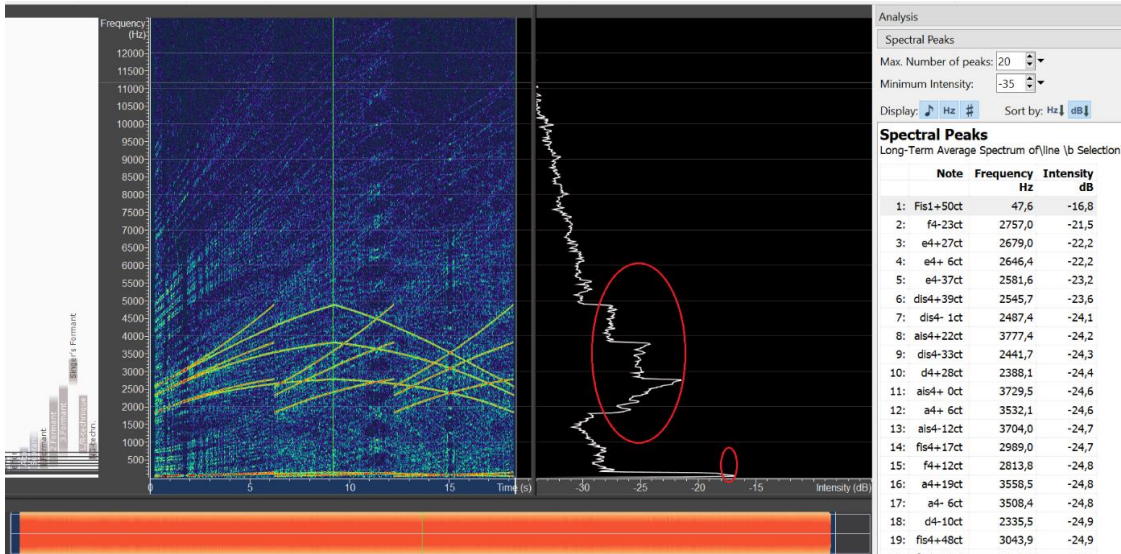
4.3.1.7 Lyd 07 – Barnegråt



Figur 19 Spektrogram over lyd 07

Ikke repeterende lyd av barnegråt er dette. Den har høy energi i 3,5 kHz, tydelige rene toner med mange overtoner, noe energi i 5 – 8 kHz. Mulig finner man barnetrass ved å høre på lyden?

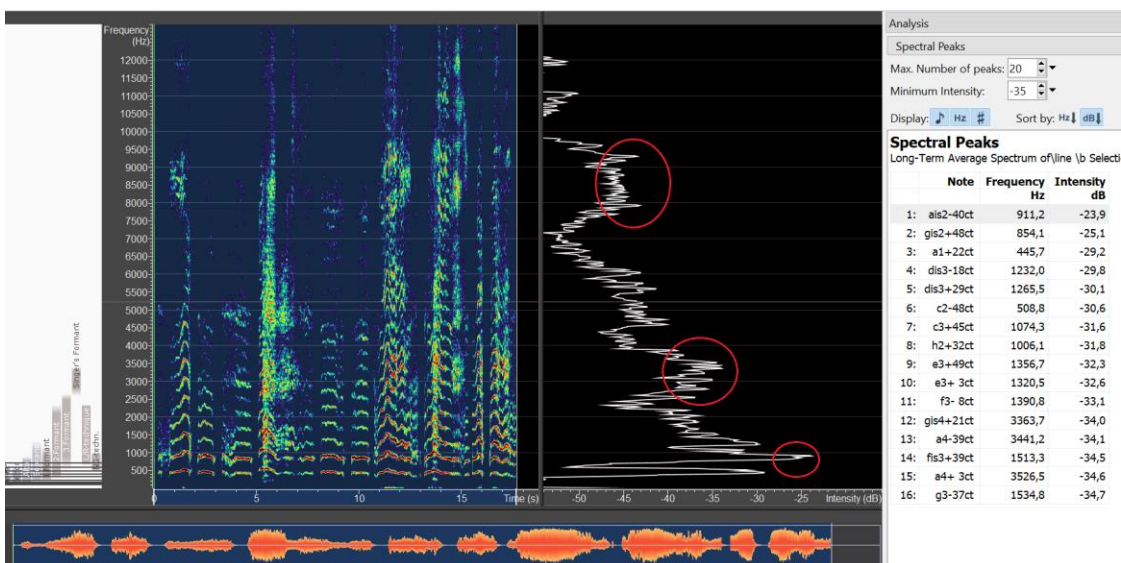
4.3.1.8 Lyd 10 – 4 sinuslyder mikset sammen



Figur 19 Spektrogram over lyd 10

Egenkomponert lyd fra 4 stigende sinustoner uten vibrasjon. Konsentrert rundt basstone og fra 2 til ca. 5 kHz som falske overtoner. En unaturlig lyd.

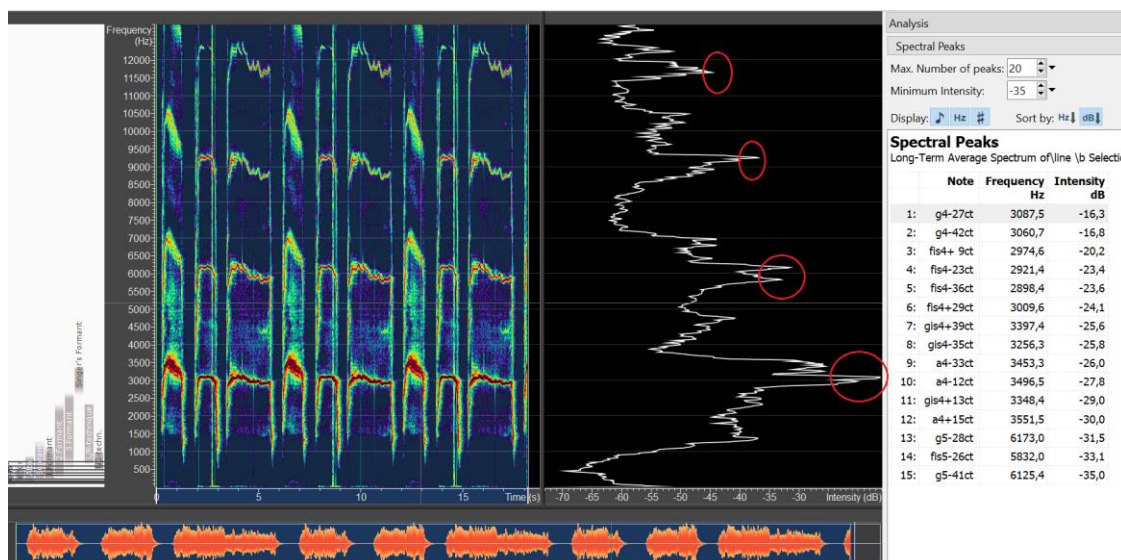
4.3.1.9 Lyd 11 – Nyfødt skriking



Figur 20 Spektrogram over lyd 11 - spedbarn som skriker

Ujevn lydstyrke, ses her. Energien er størst i grunntonen ved ca. 900 Hz, men også rundt 3,3 kHz. Noe energi rundt 8kHz. Dette er en naturlig menneskelig lyd. Spedbarnet skriker etter mat?

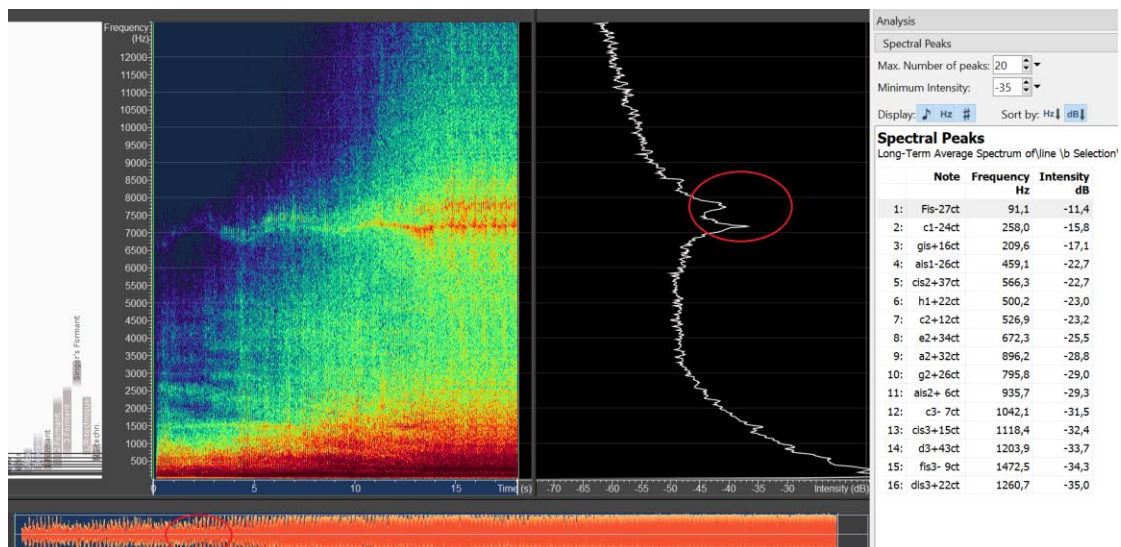
4.3.1.10 Lyd – 13 – Skrik jente



Figur 21 Spektrogram over lyd 13 - jente som skriker

Lyden er gjentatt 4 ganger, ganske jevn lydstyrke. Tydelige overtoner med tydelige dobbelte Hz verdier av grunntonen. Skrikets grunntone er rundt 3 kHz, med doblinger i frekvens på 6, 9 og 12 kHz. Naturlig menneskelyd, men viser den reell frykt?

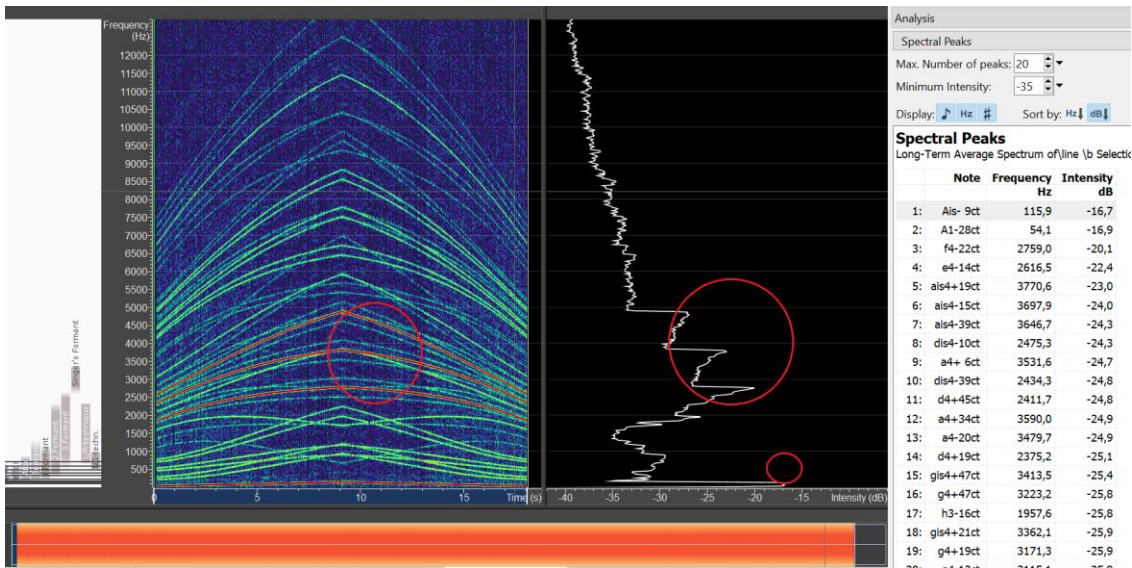
4.3.1.11 Lyd – 14 Helikopter som nærmer seg, jetmotor



Figur 22 Spektrogram over lyd 14

Stigende styrke i dB ses her. Man hører en klar jetmotor dur mellom 7 og 8 kHz. Dette er en maskinlyd som kommer nærmere og stanser opp sterk, rett over hodene.

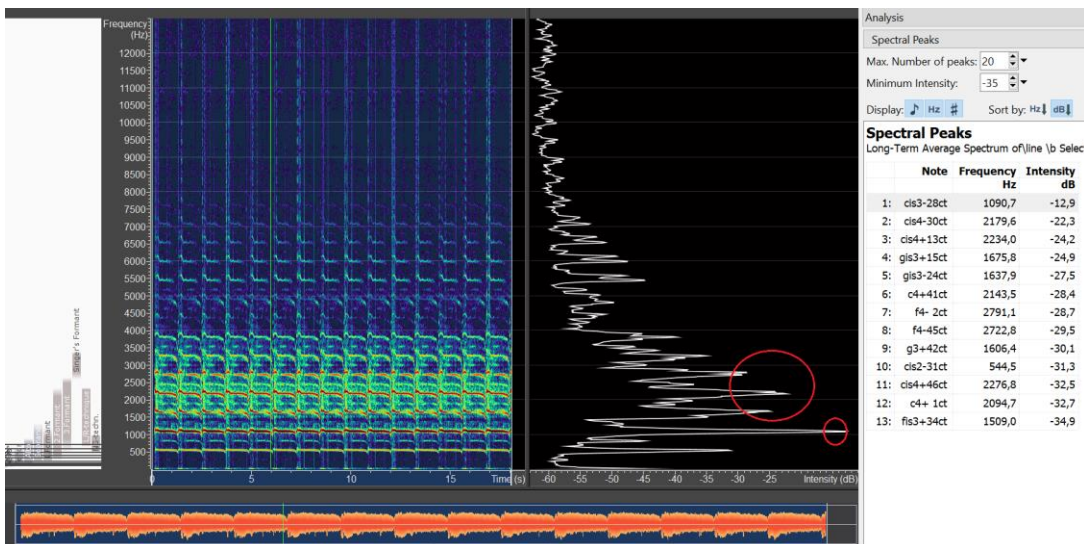
4.3.1.12 Lyd 15 - 4 sinuslyder opp og ned



Figur 23 Spektrogram over lyd 15

Jevn lydstyrke og ingen vibrasjon i toner ses her. Egentlig de samme sinuslyder som lyd 10, men renere komposisjon. En helt unaturlig lyd, som ikke finnes naturlig.

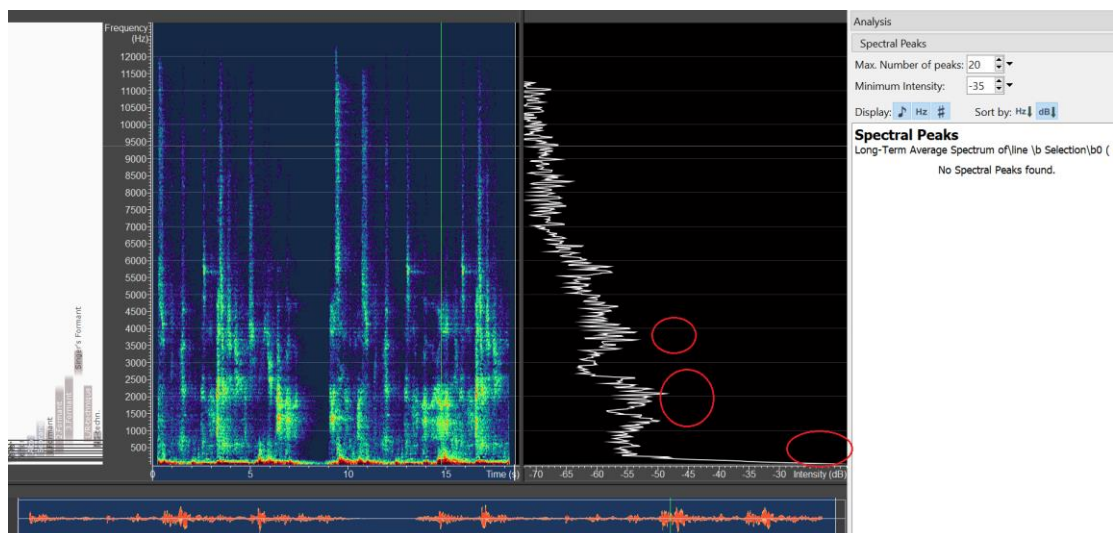
4.3.1.13 Lyd 17 - Nødscrik mann repeat



Figur 24 Spektrogram over lyd 17

Ujevn jevn lydstyrke. Godt eksempel på at grunntone rundt 500 Hz ikke har den sterkeste energien. Den ligger på den dobbelte 1000 Hz og så på 2000 Hz. Ikke så mye energi i høyere Hz nivå. Gjentakelsen og komposisjonen gjør dette til en unaturlig lyd, som ikke forekommer i virkeligheten.

4.3.1.14 Lyd 19 – Hvissing jente



Figur 25 Spektrogram over lyd 18

Svak lydstyrke på denne lyden. Ingen klare vokaler, bare konsonantlyder i 1,5 og 2 kHz, samt rundt 4 kHz. Legger merke til at det er en del bassenergi i mikrofonblåsestøy. Umulig å tolke lydene.

4.4 Filmproduksjon

Filmene ble laget ved først å lage PowerPoint-presentasjoner for alle 4 testene. Skjermbildene ble så lagret som JPG bilder. Disse bildene ble igjen importert i Windows Movie Maker Version 2012. (Kan lastes ned og installeres fra Internet Archive (Microsoft Corporation, 2012) Skal man installere fra denne internettsiden bør man bare velge bare å installere Windows Movie Maker og ikke alle programmer som ligger i «pakken», da de ikke fungerer i Windows 10. Bildenes rekkefølge er det viktig å sjekke stemmer i Movie Maker. Man setter så varighet på visning i hver bilde, også for filmer med lyd. For lydfilmer i deltestene 02 Og 03, legges riktig lyd inn på riktig tids-sted i filmen. Filmene er tilgjengelig på dette nettstedet: (*Kognitive load og lydpåvirkning - masteroppgave – Google Disk, 2021*)

4.5 Etikken i undersøkelsen

Vi valgte som etisk utgangspunkt å være helt åpne overfor alle involverte om både

bakgrunn, hensikt og metode i eksperimentet.

Alle deltakerne bestemte selv om de frivillig ville være med og de så heller ingen ulemper ved det, basert på den forståelsen de fikk fra full informasjon om eksperimentet.

Deltakelsen i eksperimentet ble formalisert ved hjelp av skjemaet informert samtykke. Ingen data inneholdende fullt navn, adresse, telefonnummer mv. ble registrert. Det er heller ikke mulig å identifisere den enkelte deltaker via testskjemaene eller annet materiale tilhørende undersøkelsen.

Konsesjon for å kunne foreta dette eksperimentet ble søkt og godkjent via standard skjema til Datafaglig sekretariat ved Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD).

Vi har etterstrebet å presentere data både fra eksperimentet og fra gruppeintervjuet så fullstendig som mulig og i riktig sammenheng. Med sammenheng menes eksperimentets bakgrunn, hensikt og metode.

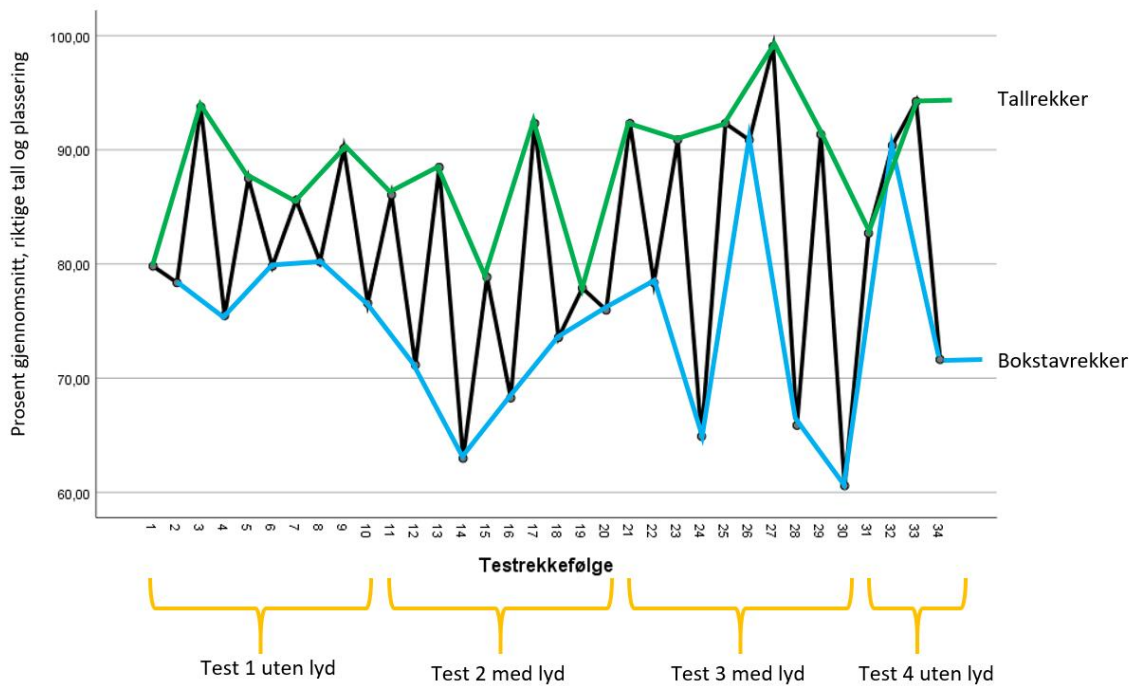
5 Resultater med analyse

5.1 Om dataene

Av 13 respondenter som har gjennomgått 34 tegnrekke korttidsminnetester får man 442 testenheter. En brannmann måtet svare på en viktig telefon, så han fikk ikke med seg 3 tester av første test uten lyd. Derfor blir antall enheter, $n=439$, når vi bruker analyser for å undersøke forskjeller i alle tester. Når det gjelder tester for å finne forskjeller i korttidsminne mellom lyder/støy blir $n= 20$ tester \times 13 personer = 260. Hvis man for eksempel ønsker å undersøke hva som skjer i deltest 2 med lyd for bokstaver, vil $n =$ bli 13 personer \times 5 bokstavtester = 65. For å beregne riktighet av svarene til deltagerne har vi tatt hensyn til både antall riktige tegn og riktig plassering ved å ta et gjennomsnitt av disse verdiene. For eksempel hvis svaret har 8 riktige tegn, mens 2 tegn er byttet om plassen, så blir det som måles bli $(8 + 6)/2 = 7$. I tillegg har vi i de fleste analyser omregnet svaret til prosent riktighet. Dataene ble først lagt inn i et Excel regneark, for deretter å kunne sortere trekke ut data for ulike analyser i IBM – SPSS. Det ble laget flere kategorikolonner for å kunne kjøre ulike gjennomsnittsanalyser for ulik kategorisering av resultatene. Disse variablene vil omtales i analysekapittelet.

5.2 Analysen med og uten lyd: Resultatoversikt

Riktig gjennomsnittprosent av disse gjennomsnittene fra alle tegntestene vises i grafen under. Sett under ett, kan man ikke, ut fra grafen under, se en klar korttidsminne forbedring over tid, fra tegnrekketestene 1 – 34 på horisontale akse. Man kan kanskje se en antydning til høyere gjennomsnitt fra tegnrekketest 1 til 10 – som er den første filmen uten lyd, enn fra 11 – 20, som er den første filmen med lyd. Man kan også legge merke til at oddetallstester, den grønne linjen, i regelen er høyere i verdi enn partall, den blå linjen, som består av bokstavrekketester. Vi vil senere sjekke om denne forskjellen er statistisk signifikant ved hjelp av Anovatest av gjennomsnittene.



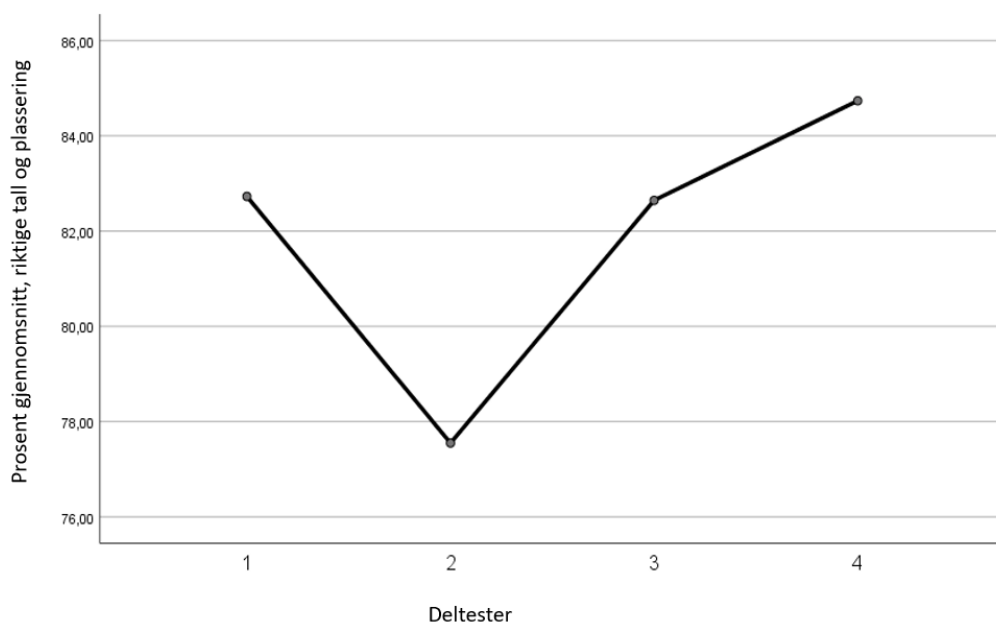
Figur 26 Prosentvis gjennomsnitt riktige tegn og riktig plassering fra alle tegnrekker testet.

Diskusjon

Siden man ikke kan se at det er noen god læringskurve i diagrammet over, kan man i denne undersøkelsen ikke direkte slutte at deltagerne har blitt flinkere til å memorere tallrekker etter hvert som tiden har gått. Mulig man ser en trøtthet i deltagerne siden stor spredning i gjennomsnittene fra lyd 24.

5.3 Delproblem 1 – påvirker lyder korttidsminne?

Fra tidligere forskning, for eksempel fra Lacherez et al (Lacherez et al., 2016), har vi lært at lyd kan ha en negativ påvirkning på korttidsminnet. Kan vi se en slik sammenheng i vårt datagrunnlag? Hvis det stemmer også i dette tilfelle, vil den første testen ha et høyere gjennomsnitt enn test 2 med lydpåvirking. Vi antar videre at test 3, det vil si test med lydpåvirking etter opplæring i lyd og overtonelyd-forståelse, vil ha et høyere gjennomsnitt enn fase 2. Vi tror også at de fire kontrolltegnrekker i test 4 vil ha høyest snitt på grunn av at vi tror respondentene har tillært seg metodikker/ulike trunkeringsmetoder for å huske tegnrekker bedre. Grafen under forteller at vår antagelser var riktige.



Figur 27 Figuren viser et lavere gjennomsnitt i test 2 (den første med lyd) enn i testene 1 (uten lyd) og test 3 etter opplæring, og kontrolltest 4.

Ser man på gjennomsnittenes konfidensintervall på 95% nivået i tabellen under, så er ingen gjennomsnitt signifikant forskjellig fra hverandre fordi de overlapper hverandre. Anova test på om gjennomsnittene er forskjellige viser at de er det $* = p = ,04$, mens test på om gjennomsnittene er homogene viser at $* = p = ,11$, som viser at gjennomsnittene er litt for homogene. Vi tror dette kommer av at vi bare hatt 13 respondenter og at forskjellene hadde blitt mer solide og signifikante hvis vi hadde fått tid og hadde hatt mulighet til å teste på de opp mot 60 personer fra i brann-, politi- og ambulansespersonell som vi hadde ønsket.

Tabell 3 viser testene 1 til 4 sitt gjennomsnitt, standardavvik, samt 95% nivå konfidensintervall

Beskrivende data

Alle 4 deltester					
	N	Gj.snitt	Std. avvik	95% konfidensintervall for gj.snitt	
				Nedre grense	Øvre grense
1	127	82,7264	17,31365	79,6860	85,7667
2	130	77,5481	18,55839	74,3277	80,7685
3	130	82,6442	19,95127	79,1821	86,1063
4	52	84,7356	17,21287	79,9435	89,5277

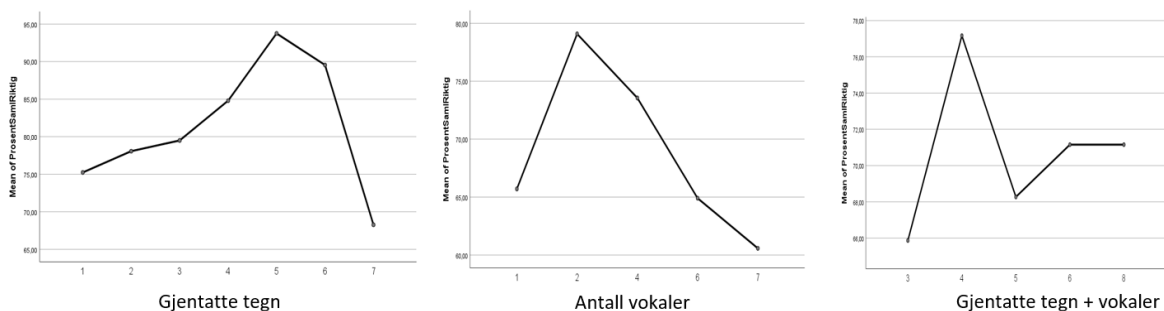
Forskjeller mellom alder og korttidsminne viste ingen tydelige forskjeller i alle de fire testene. Heller ingen signifikante forskjeller mellom år med relevant yrkeserfaring og korttidsminne. Av hensyn til personvernet og gjenkjennelsesfaktoren i denne undersøkelsen med så få deltagere vises ikke slike gjenkjennende demografiske data i noen form.

Diskusjon

Dette betyr kanskje at når man utsettes for en ny situasjon med ukjente lyder for alle uansett alder og erfaring, så betyr ikke dette noe for korttidsminne? At lyden «Brann med innslag radiosamband» flyttet seg fra nest verste score i lyd 04, til nest beste score i den 12. lyden, kan kanskje forklare brannfolks hurtige læring av lyder de kjenner godt?

5.4 Delproblem 2: Er det spesielle tall/bokstavkombinasjoner som gir utslag?

For å sjekke om det var noen bokstavscore kunne gi en pekepinn på om det var sammenheng mellom enkle og vanskelige bokstavrekker konstruerte vi verdikolonner for å kunne vurdere dette. Først laget vi kolonne med summert hvor mange av samme bokstaver lagt sammen. For eksempel så ville DDLFDKKL fått $3(D) + 2(L) + 2(K) = 7$. En kolonne med verdi på antall vokaler ble også laget for bokstavrekketester. For bokstaver ble det også laget en kombinasjonsverdi av de 2 andre. Disse testene på gjennomsnitt viste følgende gjennomsnitts grafer.



Figur 28 Diverse gjennomsnitt relatert til antall av samme tegn eller vokaler

Siden det ikke var noen entydig lineær retning i disse grafene, og at det var veldig ulik antall som havnet i de forskjellige kategorier, tar vi en forutsetning om at det er tilfeldig hvordan tegnrekke ser ut, fordi folk er forskjellig og husker forskjellig.

Diskusjon

Av dette kan vi anta at alle respondentene har forskjellig evner når det gjelder huskemåter og trunkeringer av tegnrekker og at hverken antall likebokstaver eller antall vokaler har noe å si. I analysen for lyders påvirkning vil vi likevel noen ganger vurdere tegnrekkenes beskaffenhet.

5.5 Delproblem 3 - Opplæringseffekt av minikurs i overtonerfrekvenser?

Er det signifikante forskjeller i gjennomsnitt av minnetest før og etter minikurs for henholdsvis bokstav og tallrekker?

5.5.1 Bokstavrekker

Tabell 4 Konfidensintervallet krysser hverandre og indikerer at det ikke er store forskjeller før og etter minikurs

Descriptives								
ProsentSamRiktig								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
2	65	70,3846	17,58340	2,18095	66,0277	74,7416	25,00	100,00
3	65	72,1154	20,78997	2,57868	66,9639	77,2669	31,25	100,00
Total	130	71,2500	19,19845	1,68382	67,9185	74,5815	25,00	100,00

Tabell 5 Anova forteller at det ikke er signifikant bedre gjennomsnitt etter minikurs

ANOVA					
ProsentSamRiktig					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	97,356	1	97,356	,263	,609
Within Groups	47449,519	128	370,699		
Total	47546,875	129			

Forskjeller mellom før og etter minikurs viser kun en 2% bedring gjennomsnittlig. Spredningen er også såpass stor slik at begge gjennomsnitts konfidensintervall inneholder den andres gjennomsnitt. Med vårt datagrunnlag for korttidsminnetest for bokstavrekker, kan man på 95% signifikansnivå, derfor ikke kunne trekke den konklusjonen at det hjelper på korttidsminne med minikurs for overtonebevissthet.

5.5.2 Tallrekker

Tabell 6 Konfidensintervallet krysser ikke hverandre og sier at det er signifikante forskjeller.

Descriptives								
ProsentSamIRiktig								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
2	65	84,7115	16,75707	2,07846	80,5593	88,8637	50,00	100,00
3	65	93,1731	12,03851	1,49319	90,1901	96,1561	50,00	100,00
Total	130	88,9423	15,14102	1,32796	86,3149	91,5697	50,00	100,00

Tabell 7 Anova forteller at det er signifikant bedre gjennomsnitt etter minikurs

ANOVA					
ProsentSamIRiktig					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2326,923	1	2326,923	10,932	,001
Within Groups	27246,394	128	212,862		
Total	29573,317	129			

95% konfidensintervall og Anova test av tallrekker viser at det er signifikant bedre gjennomsnittscore etter minikurset for tallrekker. Vi kan derfor si at det med 95% signifikansnivå si at det hjelper med minikurs i overtonebevissthet på korttidsminne.

Diskusjon

Selv om det kun var liten forskjell mellom gjennomsnittet for bokstavrekkekyder før og etter minikurs, viser tallrekke tester at det er signifikant høyre snitt etter minikurs. Dette indikerer at selv et kort bevisstgjøringskurs i å forstå høyfrekvente overtoner og deres effekt på oss mennesker, kan gjøre at man ser et bedre fokusert korttidsminne. Hva vil da et lengre kurs kunne ha å si for å få en bedre kognitiv fokusert funksjon i stressede situasjoner?

5.5.3 Delproblem 4 - Forskjell mellom tall og bokstav-rekker?

Tidligere har vi sett i grafen XXX, at det kan virke som om det er forskjell mellom det å memorere tall og bokstavrekker. Anova-test finner:

Tabell 8 Her er tallrekker 1 og tegnrekker 0. Grafen viser at tallrekker er lettere å huske for deltagere.

Descriptives								
PresentSamiRiktig								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	219	74,3721	19,36024	1,30824	71,7937	76,9506	25,00	100,00
1	220	88,4091	14,84404	1,00079	86,4367	90,3815	43,75	100,00
Total	439	81,4066	18,60370	,88791	79,6615	83,1517	25,00	100,00

Tabell 9 Anova viser at det er signifikante forskjeller mellom det å huske tall og bokstavrekker

ANOVA					
PresentSamiRiktig					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	21624,569	1	21624,569	72,711	,000
Within Groups	129966,227	437	297,406		
Total	151590,796	438			

Analysen over viser at det for andre analyser vil være relevant å analysere tall og bokstavrekke tester hver for seg.

Diskusjon

Dette betyr at man skal være forsiktig med å bruke koder i dialog som inneholder bokstaver som ikke gir mening. For ordrekoder i nød og beredskapsarbeid-kommunikasjon er det viktig at man bruker tegnrekker som det er lett å huske. Denne undersøkelsen, enda med så få deltagere, viser dette.

5.6 Lydanalyser

5.6.1 Delproblem 6 - Er det lyder som skiller seg ut som mer påvirkende?

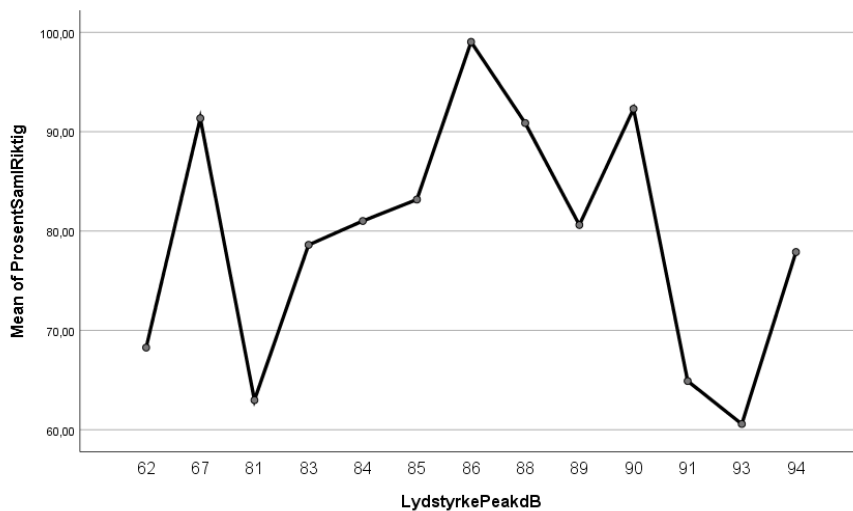
Her analysere vi deltestene 2 og 3 nærmere, da det er disse som er gjort med forskjellig lyd avspilt under visning av tegnrekker på skjerm. Vi bruker både IBM SPSS statistikkprogram, og VoceVista spektrogramanalyseverktøy for dette. For å kunne se resultater og lydegenskaper lagde vi småark av alle lydenes spektrogrammer og la til resultater som gjennomsnitt, standardavvik og lyder de var signifikant forskjellige fra. Da kunne vi gruppere lydene i kategorier som kunne testes statistisk.



Figur 29 Første gruppering etter bokstaver og tall, samt rangering etter høy/lav verdi

5.6.1.1 Lydstyrke

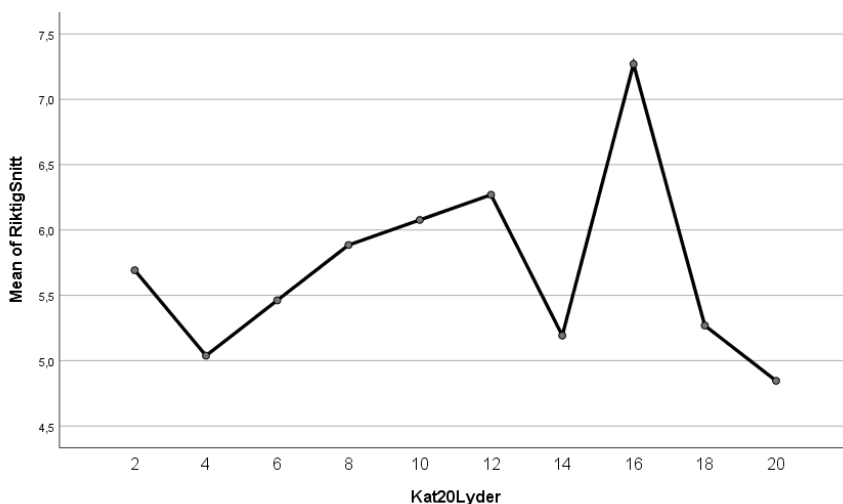
Datagrunnlaget gir ingen indikasjon på at det er en klar korrelasjonsretning i sammenhengen mellom målte lydstyrketopper i desibel (dB) og korttidsminne.



Figur 30 Grafen viser gjennomsnitt prosent riktig tegnrekker i de forskjellige lydstyrketopper observert.

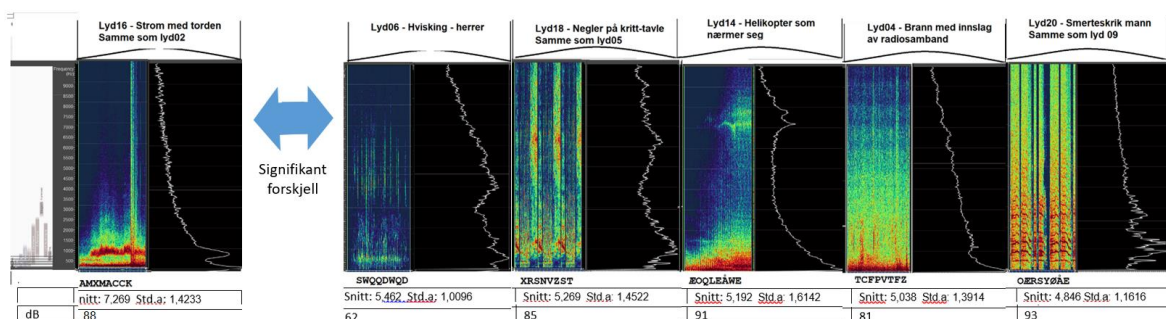
5.6.1.2 Statistisk signifikante forskjeller i lydtester?

Bokstavrekke-test med lyd påvirkning viser følgende gjennomsnitt.



Figur 31 Bokstavrekker med lydpåvirkning

Her viser lyd 16 – Storm med torden, etter opplæring, har høyest snitt. Dette er signifikant forskjellig enn lydene 20 – Smerteskrig mann, 04 – Brann med innslag av radiosamband, 14 – Helikopter som nærmer seg, jet, 18 – Negler på kritt-tavle, og 06 – Hvisking herrer, etter Games-Howel test. Det er kun lyd 16 som er signifikant forskjellig fra de andre. Siden det kun er 13 respondenter vil forskjellene ikke være signifikant forskjellige. Med 60 respondenter ville vi mest sannsynlig funnet flere signifikante forskjeller.

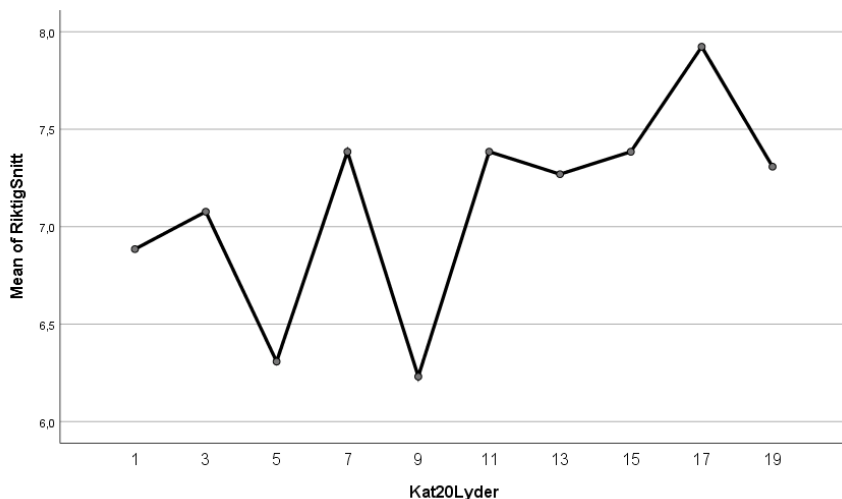


Figur 32 Bilder av de signifikante forskjeller

Av bildene ser vi at de 5 lydene til høyre har mye større energier i de lysere overtonespektra.

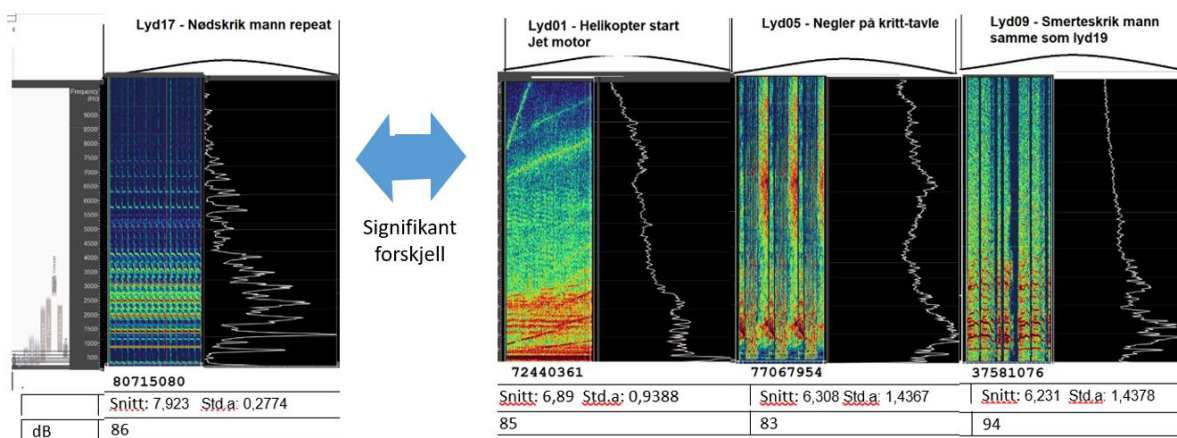
Lydstyrken er veldig forskjellig; 88 dB for lyd 16 vs. lyd 06 som kun har topp på 62 dB. Lyd 16 har de hørt før i lyd 02, så kanskje er forskjellen så stor på grunn av gjenkjenning. Kanskje er bokstavrekken lettere å memorere i lyd 16?

Tallrekketest med lydpåvirking viser følgende gjennomsnitt.



Figur 33 Gjennomsnitt tallrekketester

Her har lyd17- «nødsrik mann repeat», høyest gjennomsnitt. Den er signifikant forskjellig fra lydene 09 - Smertesrik mann, 05 – Negler på kritt-tavle, og 01 – Helikopter oppstart, jet. Det er også her kun det høyeste snittet som er signifikant forskjellig fra andre snitt. Med 60 deltagere istedenfor 13 ville man nok sett flere signifikante forskjeller mellom gjennomsnittene.



Figur 34 Den signifikante forskjellen sett i lydbilder

Av bildene ser vi at de 3 til høyre har mye større energier i de lysere overtonespektra. Lydstyrken er omtrent den samme. Lyd 17 har mange repetisjoner som gjør lyden rask å estimere videre fremdrift? Kanskje er nummerrekken lettere å memorere i lyd 17?

Diskusjon

Energiforskjellen i de lysere overtonene betyr kanskje at man bør undersøke dette nærmere, og kanskje ikke bare fokusere på lydstyrkedempende tiltak, som for eksempel hodetelefoner som kun demper lydstyrker over 100 dB, men også som innehar lydfiltre i

valgte overtone nivåer. Kanskje bør man også forsterke noen frekvenser som kan være viktige i arbeidet, og kanskje bør disse frekvenser være forskjellig fra den type arbeid man utfører. Redningsarbeid kan kanskje ha fokus i noen overtoner, mens brannslukkere har fokus på pumpelydforskjeller, bygningstypiske raslyder osv. Politi og ambulanse kan kanskje ha andre lydmaskerings- eller forsterkings- behov.

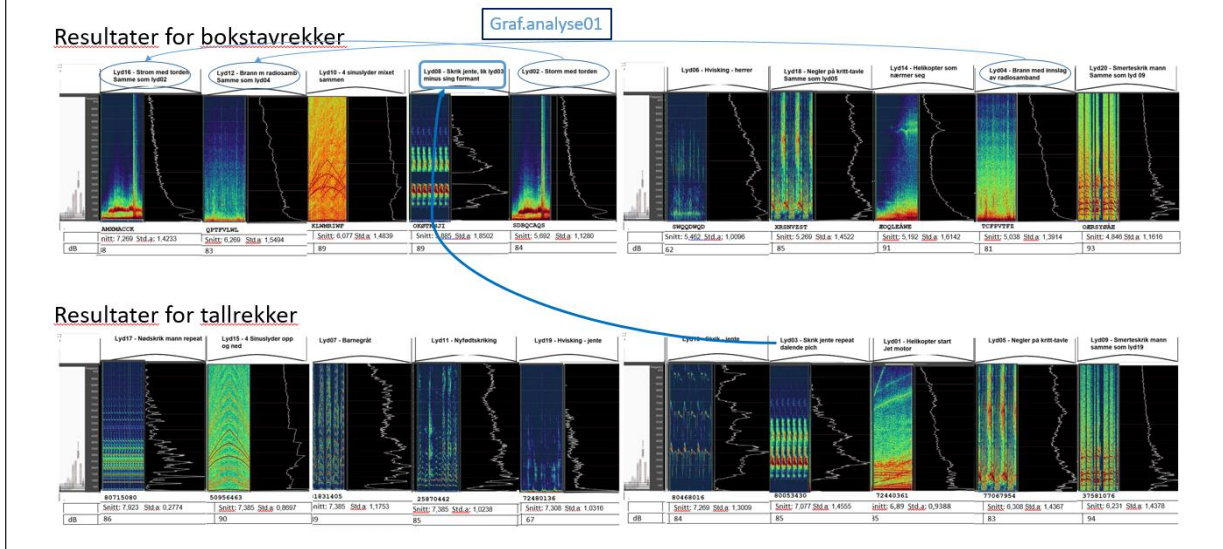
5.7 Grafisk analyse av lyder og mulige sammenhenger.

I denne delen sammenlikner vi lydene i spektrometerbilder sammen med data som gjennomsnitt og standardavvik, desibel og den faktiske tegnrekken vist i vedlegget «Rangering, tall og bokstavrekker».

5.7.1 Grafisk analyse 01 – bevegelser i gjennomsnitt, gitt samme lyder før etter opplæring.

De blå pilene i bilde under og i vedlegg 1, viser at lyder gjentatt etter opplæring har hatt en positiv endring i gjennomsnittscore. Lyd 2 er lik lyd 16 «Storm med Torden», endret seg fra ca. 5,7 til 7,3 i snitt av maksimum 8 riktige bokstavrekker, fra før til etter opplæring. Lyd 4 er den samme som lyd 12 «Brann med radiosambandsforstyrrelser», endret seg fra et gjennomsnitt på 5,0 til 6,3. av maksimum 8.

Rangerte resultat, best til verst, grafisk i spektrogram av lydbylde og gjennomsnitt desibel i frekvenser 20 Hz til 10 kHz.



Figur 35 Piler viser bevegelser i gjennomsnitt, gitt samme lyder før etter opplæring

Diskusjon: Dette kan tyde på at opplæringen har virket positivt på korttidsminne. Det kan også skyldes at tegnrekken er enklere å huske, eller at lydgenkjennelsen gjør at man klarer å fokusere bedre. Dette vil det være interessant å undersøke nærmere i en senere undersøkelse.

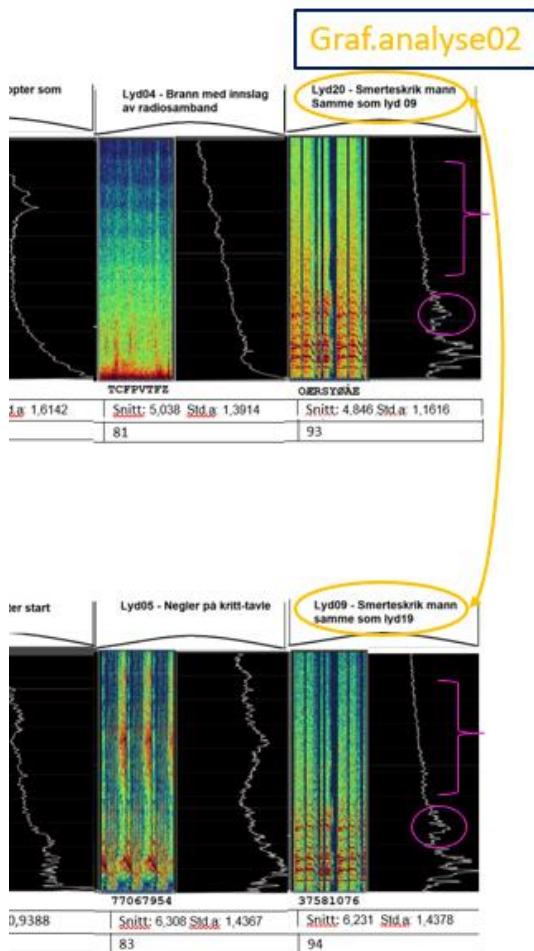
Ser man på lyd03 og lyd 08 «Skrik jente» er disse begge foretatt før opplæring. Gjennomsnittene kan ikke direkte sammenliknes fordi lyd03 er tallrekketest, mens lyd08 er bokstavrekketest. Lyd08 ligger som nummer 2 på den positive siden av medianen for bokstavrekketester, mens lyd03 ligger som nummer 2 på den negative siden av medianen for tallrekketester. Lyd08 er endret i forhold til lyd03 ved at frekvenser mellom 2,5 og 3,5 er filtrert bort.

Diskusjon.

Hvis man kan si det er en positiv endring, så kan dette skyldes nettopp at man har fjernet disse frekvensene, eller at man kjenner igjen lyden, eller at tall/bokstavrekken er relativt lettere å kjenne igjen for disse lydene.

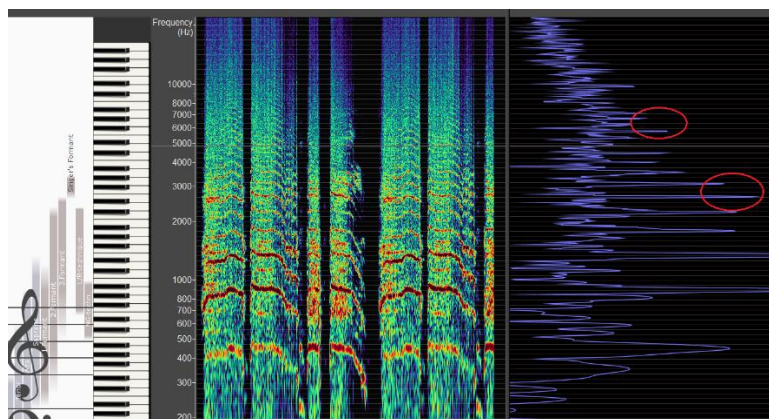
5.7.2 Grafisk analyse 02 - Mer om «Smerteskrif fra mann»

På test før og etter minikurs, i både bokstav- og tall-rekker fant vi at samme lyd ga dårligst score, nemlig lyd09 og lyd20 «Smerteskrif mann».



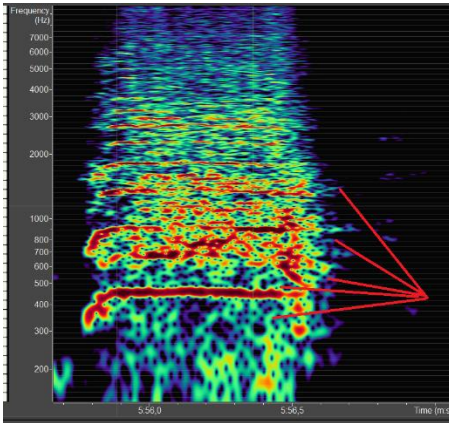
Figur 36 Dårligst gjennomsnitt for bokstav og tall - rekker

Det vil derfor være av interesse å se nærmere på dB energien i spektrometeret for denne lyden og beskrive den mer.



Figur 37 Logaritmisk visning avlyden i spektrogramanalyse av "Smerteskrig fra mann"

Bildet viser at til tider så er lyden sterkest i singersformant område 2,5 – 3,5 kHz, og ikke i grunntonen. Vi ser også at lyden forandrer seg i tonehøyde over tid.



Figur 38 Zoomet inn på lydbildestryktur

Lyden er ujevn og vibrerende, indikerer vibrasjon ikke bare i stemmebånd men også i falske stemmebånd og vokaltraktvegger, som medfører såkalt «distortion» eller «growl» effekter.

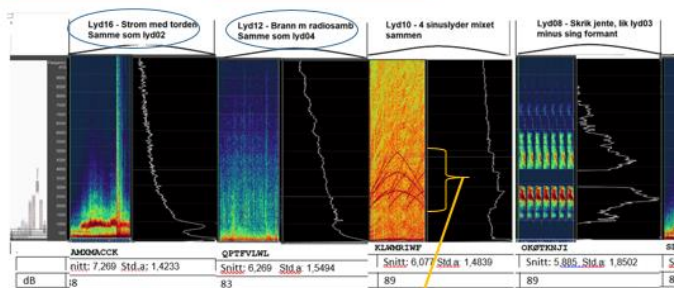
Diskusjon

«Distortion» og «growl» betegnes av Cathrine Sadolin (2012, s. 177) som vokalteknikkeffekter for å fremføre følelsesmessig sterke utladninger. Disse effektene brukes ofte i forskjellige former for hardrockmusikk. Kanskje er det slik at slik pulserende stemmelyd, slik som den stemmekarakteristika man finner i lyd 09 og lyd20, assosieres med egne sterke følelser? Empati og speilnevroner (Brudal, 2014) kombinert med ulike lydbilder i menneskestemmer er kanskje noe man kan sette seg inn i ved senere dybdeundersøkelser?

5.7.3 Grafisk analyse 03 – Unaturlige lyd, høye dB verdier i 2,5 – 3,5 kHz.

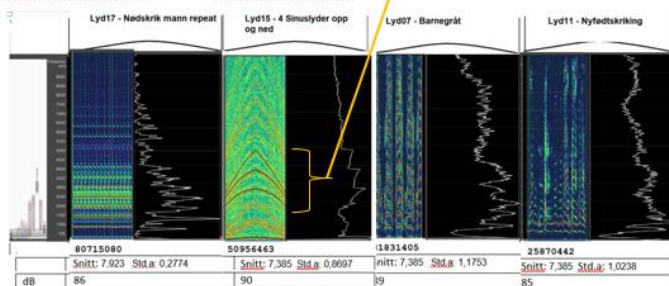
Den oransje streken mellom lyd 10 og 15 viser at begge lydene er laget ved å manipulere 4 stigende og synkende sinuslyder, mikset sammen i samme lyd.

Resultater for bokstavrekker



Graf.analyse03

Resultater for tallrekker



Figur 39 Sinuslyder gir god score

Grafisk ser man det er høyest dB verdier i 2,5 – 3,5 kHz, men også høye verdier over også under dette nivået. Lyd 10 kom på 3dje beste gjennomsnitt av bokstavrekker mens lyd 15 kom har nest best gjennomsnitt av tallrekker. Vi forventet at dette skulle være lyder som ville gi dårlige skår da vi trodde at sterke frekvenser i 2,5 – 3,5 område ville gi negativ påvirkning. Alle linjer i frekvensbilde er helt jevne da rene sinuslyder laget ved hjelp av datamaskin.

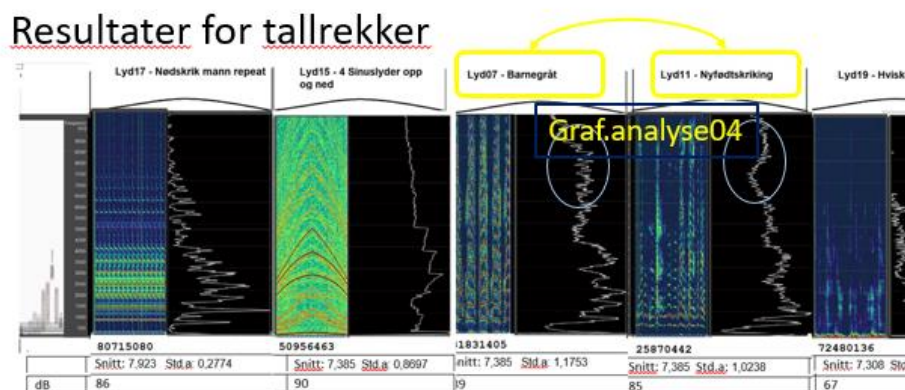
Diskusjon:

Er det fraværet av ujevnheter, vibrasjonsfrihet eller at det er lyder som ikke gir noen gjenkjennelseeffekt som gjør at dette ikke påvirker korttidsminne i mindre grad?

5.7.4 Grafisk analyse 04 – Barneskrik

Lyd 07 og lyd 11 er begge eksempler på spedbarns gråt og som det kan virke som gir mindre utslag på korttidsminne enn de fleste andre lyder da de kommer på 3.dje og

4. dest beste plassering blant tallrekkelyd-testene.



Figur 40 Barneskrik, gode score i begge.

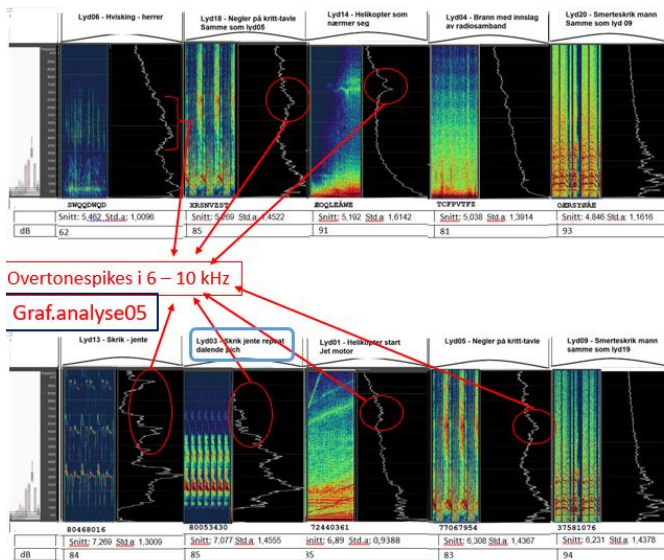
Lydene viser nokså like overtonemønster, også relativt høye verdier i 2,5 – 3,5 og 5 – 10 kHz områdene.

Diskusjon

Vi synes det var litt rart at spedbarn-skrikene ga en såpass gode plassering i og med at overtonestrukturen ga høye verdier i lyse overtonetoneleie og fordi vi fra egen erfaring vet at mange synes barneskrik er forstyrrende. Men den åpne intervjurunden, etter eksperimentene ga oss innsikt i at deltagerne hadde erfaring fra egne barn og at de anså de lydene som ikke forstyrrende. Kanskje dette spesielt gjelder skrik fra egne barn? Alle mennesker har jo sitt eget unike overtonemønster fordi alle menneskers vokaltrakter har unike resonanskamre, barn som voksne.

5.7.5 Grafisk analyse 05 – Overtone spikes – 6 – 10 kHz

Tre lyder fra bokstavrekke-tester og fire lyder fra tallrekke-tester med tydelige toppe (spikes) i 6 – 10 kHz området, ga alle gjennomsnittsverdier liggende på den lave iden av medianen.



Figur 41 dB topper/spikes i tre bokstavrekketester og fire tallrekketester.

De tre bokstavrekkelydtestene samlet i en kategori, gir alene en nesten signifikant forskjellige konfidensintervaller og nesten signifikant Anova forskjell i gjennomsnittene.

Tabell 10 Viser gjennomsnitt, STD. Avvik og konfidensintervall for de med topper i 6 – 10 kHz

Descriptives									
ProsentSamRiktig	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between-Component Variance
					Lower Bound	Upper Bound			
0	91	73,3516	19,82640	2,07837	69,2226	77,4807	25,00	100,00	
1	39	66,3462	16,88142	2,70319	60,8738	71,8185	31,25	100,00	
Total	130	71,2500	19,19845	1,68382	67,9185	74,5815	25,00	100,00	
Model	Fixed Effects		18,99981	1,66639	67,9528	74,5472			
	Random Effects			3,62966	25,1307	117,3693			17,92689

Tabell 11 Anova viser nesten 95 % signifikansnivå

ANOVA					
ProsentSamRiktig	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1339,801	1	1339,801	3,711	,056
Within Groups	46207,074	128	360,993		
Total	47546,875	129			

Legger man de fire lydene fra tallrekketestene i en kategori, blir ikke deres gjennomsnitt signifikant forskjellig fra de andre. Legger vi også til lyd 09, som også hadde klare, men skiftende spikes på grunn av skift i toneleie, i 6 – 10 kHz til i denne kategorien, finner man

at gjennomsnittene er signifikant forskjellige.

Tabell 12 Gjennomsnitt og konfidensintervall

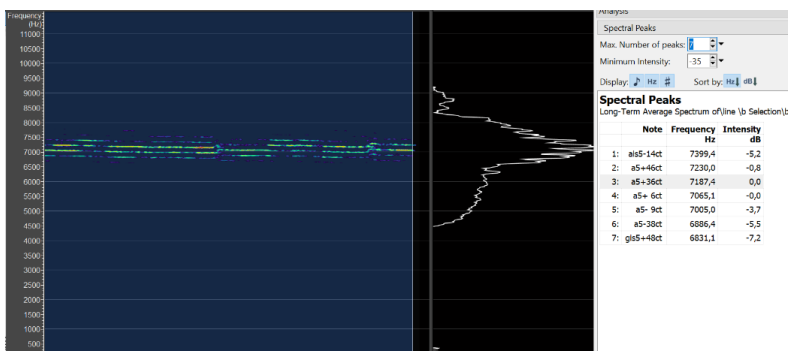
Descriptives									
ProsentSamiRiktig									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between-Component Variance
					Lower Bound	Upper Bound			
0	65	93,4615	11,61048	1,44010	90,5846	96,3385	50,00	100,00	
1	65	84,4231	16,90547	2,09686	80,2341	88,6120	50,00	100,00	
Total	130	88,9423	15,14102	1,32796	86,3149	91,5697	50,00	100,00	
Model									
Fixed Effects			14,50169	1,27188	86,4257	91,4589			
Random Effects				4,51923	31,5200	146,3646			37,61152

Tabell 13 Anova viser signifikant forskjell

ANOVA					
ProsentSamiRiktig					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2655,048	1	2655,048	12,625	,001
Within Groups	26918,269	128	210,299		
Total	29573,317	129			

Diskusjon

Dette er et funn vi ikke hadde forventet oss, og heller ikke en del av våre hypoteser. Allikevel er dette et interessant funn og kan ha verdi for videre analyser av ulik lyd sin påvirkning. Kanskje er det nettopp lyd over 5 kHz mot 9 kHz som er mest irriterende for mennesker, selv om normal hørsel er mest følsom i 3 – 5 kHz. Mange har hørt om den mulige lydterror som ble brukt mot den amerikanske ambassaden på Cuba i 2016 (Popkirov et al., 2019). Her var det påstått at en høyfrekvent lyd gjorde ambassadeansatte syke. På Youtube kan man finne lyd som påstås være opptak fra denne ambassaden. (Associated Press, 2017) Nedenfor vises et bilde av en overtone spektralanalyse av denne lyden.



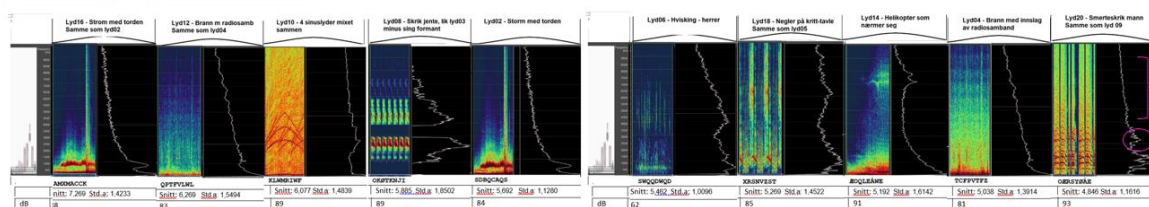
Figur 42 Spektralvisning av lyden i US-ambassade på Cuba i 2016?

Litt interessant er det at dette lydbilde viser dB energier i mellom 6 – 8,5 kHz, når man ser dette i sammenheng med våre funn. Våre 13 brannfolkrespondenter var enige om at de er veldig vare for endringer i lyder fra pumpestøy og fra endringer i lyd fra annet maskineri, og at disse lydene til tider kan være høye og forstyrrende. Helikopterstøy brukt i 2 av våre tester viser også at dette kan være negativt korrelert med korttidsminnefunksjon.

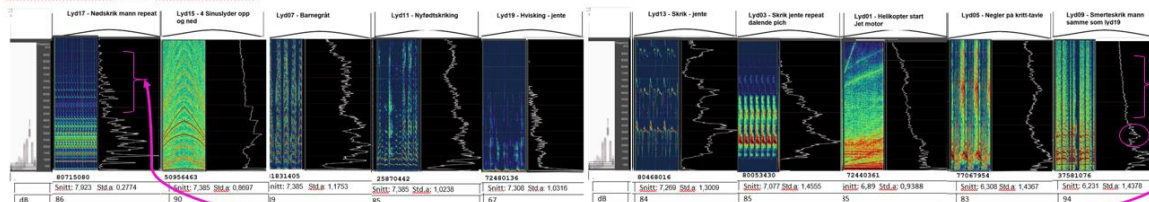
5.7.6 Grafisk analyse 06 – Smerteskrig fra mann

Lyd 09 og lyd 20 er den samme lyden og har lavest gjennomsnitt for både bokstav- og tall-rekker. Lyd 17 er også lyd fra en skrikende mann, men får beste gjennomsnitt for tallrekker.

Resultater for bokstavrekker



Resultater for tallrekker



Graf.analyse06

Figur 43 Mannskrik - forskjeller i overtoner

Lyd 17 har en maks lydstyrke på 86 dB, mens de andre har 93 dB. Videre ser man at Lyd 17 har relativt svake overtoner i 5 – 10 kHz gjennomsnittet, mens de andre 2 har sterke overtonesnitt i samme frekvensområde. Lyd 17 har sterke topputslag i singingformant område (2,5 – 3,5 kHz), mens lyd 09 og 20 har en mer markert topp. I lyd 17 er samme korte skrik repetert mange ganger, mens den andre versjonen ikke repeteres, men forandrer seg hele tiden. Lyd 17 har kanskje et lett tallrekken å huske: 80715080? Lyd 09 har tallrekken 37581079.

Diskusjon

Her er det kanskje en kombinasjon av forskjell energi i høyrere frekvenser sammen med en lettere tegnrekke å huske, samt at lyden repeteres så mange ganger i lyd 17, at man får så stort gap? Hvis man vet hvilken lyd som kommer ved at den repeteres, så forsvinner kanskje fokuset mot lyden og heller mot det kognitive oppgaven i det å memorere tegnrekken?

6 Gruppeintervjuer etter eksperimentene

I etterkant av eksperimentene brukte vi noe minutter på samtale med deltagerne. Vi brukte vedlagte intervjuguide. Svarene fra begge gruppene er lagt i tabeller nederst i dette kapittelet. Begge grupper mente dette var en relevant og spennende undersøkelse. Lyder som med fordel kan fokuseres mer på er lyd fra maskiner. Når ikke syns- og lydopplevelser samsvarer er det forstyrrende. Lyd som minner de om farlige opplevelser er forstyrrende. Gruppe 2 diskuterte i tillegg at de er involvert i arbeid med anskaffelse av spesialtilpasset hørselvern for brannmannskaper. Hørselvernet har innebygget elektronikk som produserer motstøy, såkalt Active Noise Reduction system. Etter at de via dette eksperimentet fikk demonstrert overtoner og overtoneregisteret, så ble det sagt at dette kunne være noe å ta med i kravspesifikasjonen. Gruppe 1 diskuterte i tillegg at lydene man hadde oppmerksomhet på, eller fant forstyrrende var litt forskjellige ettersom hvilken rolle man hadde i øyeblikket. De som arbeidet direkte i roller direkte med slukking eller med utstyr, regnet maskinlyder som det mest forstyrrende. I rollen som taktisk leder ble forskjellig type muntlig samband inklusive politiradio regnet som det mest krevende eller forstyrrende fordi det hele tiden var mange forskjellige kommunikasjonskanaler som krevde oppmerksomhet, inklusive direkte muntlige rapporter fra personell.

Tabell 14 Gruppeintervju, første pulje

SPØRSMÅL	GRUPPENS SVAR
Hva synes dere om undersøkelsen?	Spennende, annerledes og interessant
Opplevs dette som relevant til jobben din?	Unisont ja
Oppfattes lydene i eksemplene som relevante?	Unisont ja
Er det lyder som mangler, iht. deres erfaring?	Brannpumper og støy fra andre arbeidsmaskiner vi benytter, uønskede lyder - eksempelvis at en brannpumpe plutselig endrer lydkarakteristika eller turtall, ukontrollerte lyder dvs. ingen gjenkjennelseeffekt eller at lyden ikke gir mening i forhold til situasjonen
Synes dere lydene var forstyrrende, eller klarte dere å holde konsentrasjonen om oppgavene uansett?	Ja de opplevdes som forstyrrende, skjerpene, men også varierende i påvirkningen i forhold til hvordan vi oppfattet oppgavene – noen oppgaver var lettere enn andre.
Hva gjør deg stresset i operativ situasjon. Lyd, syn, lukt, bevegelser, annet?	Lyd – når det ikke er samsvar mellom syn og hørsel. Når jeg får flashmemory fra tidligere hendelser. Antall samtidige henvendelser og informasjon og særlig flere kommunikasjonskanaler (samband).

Tabell 15 Gruppeintervju, gruppe 2

SPØRSMÅL	GRUPPENS SVAR
Hva synes dere om undersøkelsen?	Interessant, spennende, litt nervepirrende, høyløyt.
Opplevs dette som relevant til jobben din?	Ja, i forhold til lyd og samtidig tenke, ta beslutninger. Gruppen diskuterte også kort at det er forskjell i hvilke lydinntrykk man er utsatt for avhengig av rollen man har på stedet.
Oppfattes lydene i eksemplene som relevante?	Ja veldig (unison)
Er det lyder som mangler, iht. deres erfaring?	Ja, lyder som fra vinkelkutter, havarisag, motorsag, viftestøy, pumpestøy, politiradioen, telefon som ikke blir tatt (ikke spesifisert om den eies av mannskapet eller av andre (forulykkede) involverte på stedet)
Synes dere lydene var forstyrrende, eller klarte dere å holde konsentrasjonen om oppgavene uansett?	Reagerte (forstyrrende) på noen lyder, uansett oppgave
Hva gjør deg stresset i operativ situasjon. Lyd, syn, lukt, bevegelser, annet?	Antall samtidige oppgaver – fokus, synsinntrykk (groteske), lukt, uoversiktlig situasjonsbilde, emosjoner (egne og andres)

7 Oversikt over viktigste funn og konklusjon

7.1 Viktigste funn

1. Det er lettere å huske tallrekker enn bokstavrekker a 8 tegn, hvilket man bør være klar over hvis man for eksempel skal kodesette ordre som skal huskes over kortere perioder.
2. Sterke overtoner i fra 6 – 9 kHz, kanskje i kombinasjon med ujevne vibrerende toner, virker det som kan ha en forstyrrende effekt på KTM.
3. Det kan virke som om kjente lyder, repeterende lyder, jevne lyder uten vibrasjon og/eller lyder som ikke forandrer seg forstyrrer mindre.
4. Det kan virke som om opplæring/bevisstgjøring har en positiv effekt slik at man bedre kan fokusere på de viktige ting.

7.2 Mulige feil og begrensninger

- For få deltakere med i eksperimentet i henhold til opprinnelig planlagt, grunnet covidrestriksjoner.
- Ulik vanskelighetsgrad både i tallrekker og bokstavrekker
- Lydene var for mye kjente eller for ukjente

7.3 Forslag til forbedringer

- Færre lyder og tegnrekke-tester på grunn av mulig tretthet observert da spredningen i svarene ble større i de siste tegnrekketestene.
- Deltakere fra forskjellig type blålysetat, som opprinnelig planlagt
- Forbedring vil være å kjøre en kontrollgruppe uten opplæring for å sjekke at det virkelig er en forskjell, spesielt er dette interessant for å sjekke om opplæringen/bevisstgjøringen har noen effekt. Grunnet Coronarestriksjoner ble det ikke tid og plass til en kontrollgruppe.
- Lengre opplæring i lydforståelse og hvordan tåle lyder.
- Legge til demografispørsmål om de har barn, eller er vant til barnehyling for å finne ut om man ikke bryr seg om lyder man er vant til.
- Endre på antallet tegn i sekvensene. Kanskje øke til 9 eller minske til 7

7.4 Konklusjon

Med så få deltagere i undersøkelsen, samt med de forslag til kvalitetsforbedringer vi forslår, skal vi være forsiktige med å komme med noen sikre slutninger. Allikevel kan det se ut til at det er tilrådelig å fokusere mer på energien i de lyse overtoner, og kanskje mer enn bare desibel lydstyrke alene. Kanskje kan denne designtesten være et lite bidrag i å bygge modeller for hva slags lyd som påvirker mest i krisearbeid. Slike modeller kan ved senere eksperiment testes. Er det en kombinasjon av lydvariable man bør være oppmerksom på? Er det for eksempel en kombinasjon av noen lyse overtonelyder kombinert med ujevn vibrasjon. Er det lyder man ikke klarer å forstå hva er? Eller er det kjente lyder, som endrer seg, slik at det fanger oppmerksomheten?

Kurset vi hadde i det å forstå og bli bevisst lydstruktur og overtoner varte ca. 10-15 minutter. Hvis det korte kurset vi holdt mellom deltest med lyd, 2 og 3, kan gi en liten bedring i at KTM fokuseres på viktige ting, og ikke forstyrres i den grad av lyd/støy, så vil kanskje et lengre kurs, med enda bedre bevisstgjøring, kunne gi større gevinster i nød/beredskaps-arbeid. I følge CLT vil ikke KTM bli bedre i forståelsen av allmenn større kapasitet, men den enkelte vil tilpasse seg situasjonen og kunne fokusere bedre på bestemte informasjonen og bestemte handlinger og gjøremål. Således kan KTM tilpasses situasjoner gjennom trening og øving. Vi tror bredere forskning på lyders overtonestruktur sammen med andre lyd fenomener vil være viktig fremover, fordi lyd påvirker oss stor grad. I rapporten til Richardson & al. (2020) finner de at i det å fortelle en historie via kun lyd kontra lyd og bilde sammen, så gir kun lydformidling av den samme historien, mer hjerneaktivitet enn å se og høre den via film/TV. De fleste er enige at ulik lyd påvirker oss forskjellig og til dels mye, og vi argumenterer for at mer fokus på overtoner vil bringe ny viten om lyders påvirkningskraft.

Referanser/litteraturliste

adminofthissite. (2012). *20Hz to 20kHz (Human Audio Spectrum)*.

<https://www.youtube.com/watch?v=qNf9nzvnd1k>

Andersen, D. (2009). *Det 5. Trinn veien til et nytt samfunn*. Flux.

Associated Press. (2017). *What Americans Heard in Cuba Attacks: The Sound*.

<https://www.youtube.com/watch?v=rgbnZG85IRo>

Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews*

Neuroscience, 4(10), 829–839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>

Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), R136–R140.

<https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>

Bateson, G. (1991). *Ånd og natur: En nødvendig enhed*. Rosinante/Munksgaard.

Brudal, L. H. (2014). *Empatisk kommunikasjon: Et verktøy for menneskemøter*. Gyldendal akademisk.

Carlström, E., Kristiansen, E., & Magnussen, L. I. (2017). *Samvirke en lærebok i beredskap*. Universitetsforl.

Choi, H.-H., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2014). Effects of the Physical Environment on Cognitive Load and Learning: Towards a New Model of Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 26(2), 225–244.

<https://doi.org/10.1007/s10648-014-9262-6>

Damasio, A. R. (2004). *På leting etter Spinoza glede, sorg og den følende hjernen*. Pax.

de Wit, P. A. J. M., & Moraes Cruz, R. (2019). Learning from AF447: Human-machine interaction. *Safety Science*, 112, 48–56.

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.10.009>

- Endsley, M. R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1), 32–64. <https://doi.org/10.1518/001872095779049543>
- Feng, M., & Howard, D. M. (2021). The Dynamic Effect of the Valleculae on Singing Voice – An Exploratory Study Using 3D Printed Vocal Tracts. *Journal of Voice*, S0892199720304598. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.12.012>
- Hitch, G. J., Allen, R. J., & Baddeley, A. D. (2020). Attention and binding in visual working memory: Two forms of attention and two kinds of buffer storage. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 82(1), 280–293. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01837-x>
- Home Audacity. (2021). Audacity®. <https://www.audacityteam.org>
- Kognitive load og lydpåvirkning—Masteroppgave – Google Disk. (2021, mai 7). <https://drive.google.com/drive/folders/1TSH5ae363rWkzCmFSrOYvEtguhNLzQjB>
- Kowalski-Trakofler, K. M., Vaught, C., & Scharf, T. (2003). Judgment and decision making under stress: An overview for emergency managers. *International Journal of Emergency Management*, 1(3), 278. <https://doi.org/10.1504/IJEM.2003.003297>
- Lacherez, P., Donaldson, L., & Burt, J. S. (2016). Do Learned Alarm Sounds Interfere With Working Memory? *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 58(7), 1044–1051. <https://doi.org/10.1177/0018720816662733>
- Laszlo, E. (2016). *Bevissthet i kosmos*. Flux.
- Martin, W. L., Murray, P. S., Bates, P. R., & Lee, P. S. Y. (2015). Fear-Potentiated Startle: A Review from an Aviation Perspective. *The International Journal of Aviation Psychology*, 25(2), 97–107. <https://doi.org/10.1080/10508414.2015.1128293>

Microsoft Corporation. (2012). *Microsoft Windows Live Essentials 2012*.

http://archive.org/details/wlsetup-all_201802

Maass, B., Saus, W., Miller, D., & Jaros, K. (2020). *Sygyt Software – Software for Voice*

Analysis and Sound Visualization. <https://www.sygyt.com/en/>

Norman, E. (2019). *Affekt og kognisjon*.

Nur wenige können diese Melodie hören—Mach den Hörtest. (2017, august 11). *Ich liebe*

Obertongesang - Wolfgang Saus. <https://www.oberton.org/hoertest-saus/>

Oliver, N., Calvard, T., & Potočnik, K. (2019). Safe limits, mindful organizing and loss of control in commercial aviation. *Safety Science*, *120*, 772–780.

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.08.018>

Online Tone Generator—Free, Simple and Easy to Use. (u.å.). Hentet 3. juni 2021, fra

<https://onlinetonegenerator.com/>

Oosterwijk, S., Lindquist, K. A., Anderson, E., Dautoff, R., Moriguchi, Y., & Barrett, L. F.

(2012). States of mind: Emotions, body feelings, and thoughts share distributed neural networks. *NeuroImage*, *62*(3), 2110–2128.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.05.079>

Popkirov, S., Baguley, D. M., Carson, A. J., Brown, R. J., & Stone, J. (2019). The neurology of the Cuban “sonic attacks”. *The Lancet Neurology*, *18*(9), 817–818.

[https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30246-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30246-7)

Richardson, D. C., Griffin, N. K., Zaki, L., Stephenson, A., Yan, J., Curry, T., Noble, R.,

Hogan, J., Skipper, J. I., & Devlin, J. T. (2020). Engagement in video and audio narratives: Contrasting self-report and physiological measures. *Scientific Reports*,

10(1), 11298. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68253-2>

RT. (2020, november 10). *Ballerina with Alzheimer’s hears swan lake, begins to dance*.

<https://www.youtube.com/watch?v=OT8AdwV0Vkw>

Sadolin, C. (2012). *Komplet sangteknik*. CVI Publ.

Sundberg, J. (2001). Level and Center Frequency of the Singer's Formant. *Journal of Voice*, 15(2), 176–186. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(01\)00019-4](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(01)00019-4)

Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4

Weick, K. E. (1993). The Collapse of Sensemaking in Organizations: The Mann Gulch Disaster. *Administrative Science Quarterly*, 38(4), 628.

<https://doi.org/10.2307/2393339>

Wickens, C. D. (2015). Situation Awareness: Its Applications Value and Its Fuzzy Dichotomies. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 9(1), 90–94.

<https://doi.org/10.1177/1555343414564571>

Listen er generert ved hjelp av Zotero ihht (APA) 7

Oversikt over tabeller og figurer

Tabeller

Tabell 1 Oversikt over alle deltestenes rekkefølge og tegnrekker brukt i eksperimentet.	30
Tabell 2 Oversikt over alle lydene brukt i eksperimentet.....	31
Tabell 3 viser testene 1 til 4 sitt gjennomsnitt, standardavvik, samt 95% nivå konfidensintervall	43
Tabell 4 Konfidensintervallet krysser hverandre og indikerer at det ikke er store forskjeller før og etter minikurs	45
Tabell 5 Anova forteller at det ikke er signifikant bedre gjennomsnitt etter minikurs....	45
Tabell 6 Konfidensintervallet krysser ikke hverandre og sier at det er signifikante forskjeller.	46
Tabell 7 Anova forteller at det er signifikant bedre gjennomsnitt etter minikurs	46
Tabell 8 Her er tallrekker 1 og tegnrekker 0. Grafen viser at tallrekker er lettere å huske for deltagere.	47
Tabell 9 Anova viser at det er signifikante forskjeller mellom det å huske tall og bokstavrekker.....	47
Tabell 10 Viser gjennomsnitt, STD. Avvik og konfidensintervall for de med topper i 6 – 10 kHz	57
Tabell 11 Anova viser nesten 95 % signifikansnivå	57
Tabell 12 Gjennomsnitt og konfidensintervall	58
Tabell 13 Anova viser signifikant forskjell.....	58
Tabell 14 Gruppeintervju, første pulje	61
Tabell 15 Gruppeintervju, gruppe 2.....	62
Tabell 16 Forklaringskraft øverst og regresjonskoeffisienter med sig *	3
Tabell 17 Forklaringskraft øverst og regresjonskoeffisienter med sig *	3
Tabell 18 Forklaringskraft øverst og regresjonskoeffisienter med sig *	4
Tabell 19 Forklaringskraft øverst og regresjonskoeffisienter med sig *	4

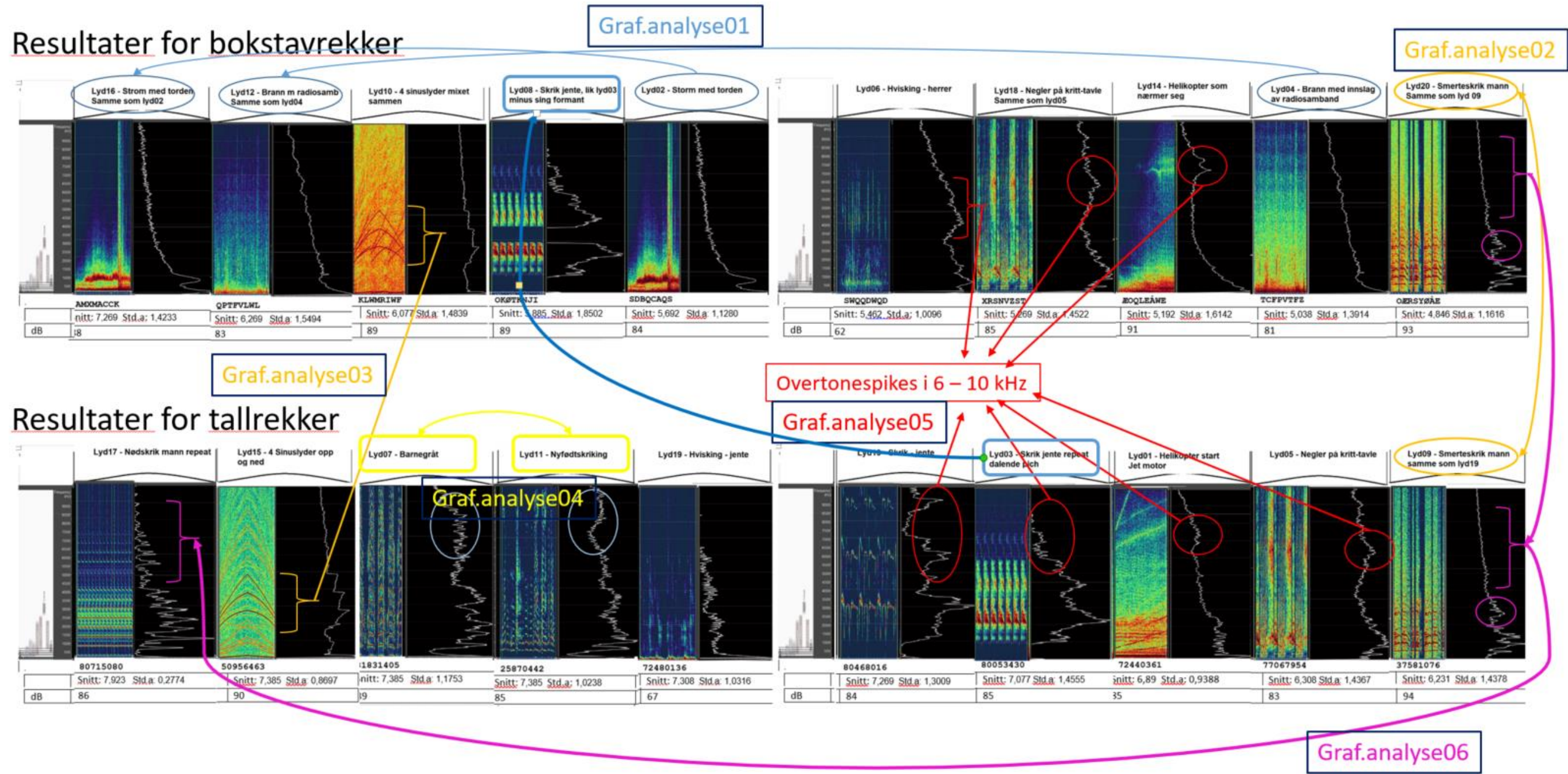
Figurer

Figur 1 Tegnrekke-test nr 5 skrives ned av brannfolk.....	7
Figur 2: Stresskone	11
Figur 3: Informasjons prosesserings modell. Etter Atkinson, R.C. and Shiffrin, R.M. (1968).....	13
Figur 4: Modell etter Baddeley 2010.....	13
Figur 5: Tre-komponent modellen av korttidshukommelse. Etter Baddeley 2003.....	17
Figur 6: Modell av flerkomponent korttidshukommelse.. Etter Baddeley 2003.	18
Figur 7: Transporthastighet i forskjellige stoff.....	20
Figur 8 Lydhastighet gjennom forskjellige stoff.....	20
Figur 9 Frekvensområder	21
Figur 10 Fra mekanisk til nevrobiologisk prosess	23
Figur 11 Frekvensoversikt ihht spektrogramprogrammet VoceVista.....	26
Figur 12 Vokaltrakten.....	27
Figur 13 Spektrogram over lyd 01	32
Figur 14 Spektrogram over lyd 02 og 16.....	32
Figur 15 Spektrogram over lyd 03	33
Figur 16 Spektrogram over lyd 04	34
Figur 17 Spektrogram over lyd 05 og 18.....	34
Figur 18 Spektrogram over lyd 06	35
Figur 19 Spektrogram over lyd 10	36
Figur 20 Spektrogram over lyd 11 - spedbarn som skriker	36
Figur 21 Spektrogram over lyd 13 - jente som skriker	37
Figur 22 Spektrogram over lyd 14	37
Figur 23 Spektrogram over lyd 15	38
Figur 24 Spektrogram over lyd 17	38
Figur 25 Spektrogram over lyd 18	39
Figur 26 Prosentvis gjennomsnitt riktige tegn og riktig plassering fra alle tegnrekke-testet.....	42
Figur 27 Figuren viser et lavere gjennomsnitt i test 2 (den første med lyd) enn i testene 1 (uten lyd) og test 3 etter opplæring, og kontrolltest 4.	43
Figur 28 Diverse gjennomsnitt relatert til antall av samme tegn eller vokaler.....	44

Figur 29 Første gruppering etter bokstaver og tall, samt rangering etter høy/lav verdi.	48
Figur 30 Grafen viser gjennomsnitt prosent riktig tegnrekker i de forskjellige lydstyrketopper observert.....	48
Figur 31 Bokstavrekker med lydpåvirkning	49
Figur 32 Bilder av de signifikante forskjeller	49
Figur 33 Gjennomsnitt tallrekketester.....	50
Figur 34 Den signifikante forskjellen sett i lydbilder.....	50
Figur 35 Piler viser bevegelser i gjennomsnitt, gitt samme lyder før etter opplæring	52
Figur 36 Dårligst gjennomsnitt for bokstav og tall - rekker	53
Figur 37 Logaritmisk visning avlyden i spektrogramanalyse av "Smerteskrig fra mann".	53
Figur 38 Zoomet inn på lydbildestryktur	54
Figur 39 Sinuslyder gir god score	55
Figur 40 Barneskrig, gode score i begge.....	56
Figur 41 dB topper/spikes i tre bokstavrekketester og fire tallrekketester.....	57
Figur 42 Spektralvisning av lyden i US-ambassade på Cuba i 2016?.....	58
Figur 43 Mannskrig - forskjeller i overtoner.....	59
Figur 44 Plott av siste tests residualenes fordeling viser nokså god normalfordeling.....	5

Vedlegg 1 - Grafiske analyse oversikt (A3 side-format)

Rangerte resultat, best til verst, grafisk i spektrogram av lydbilde og gjennomsnitt desibel i frekvenser 20 hz til 10 kHz.



Vedlegg 2 - Spørsmålsguide - Gruppeintervju

Hva synes dere om undersøkelsen?	
Relevant for jobben din?	
Relevante lyder brukt i eksempler?	
Lyder som manglet?	
Synes dere lydene var forstyrrende, eller klarte dere å holde konsentrasjonen om oppgavene uansett?	
Hva gjør deg stresset i operativ situasjon? Lyd? Syn? Lukt? Bevegelser? Annet?	

Vedlegg 3 - Noen multiple lineære regresjoner?

På grunn av så få deltagere har regresjonsanalyser ikke gitt mye signifikante samvariasjoner. Vi velger derfor kun å legge inn noen eksempler på regresjoner som vil kunne være aktuelle å kjøre ved et større datagrunnlag uten å gå nærmere inn på hva tallene i analysene betyr. De røde ringene markerer noen av resultatene som vi diskuterte og fant interessante og viktige å ta hensyn til, blant annet for å ikke å fokusere på regresjonsanalyse, men heller sammenlikne gjennomsnitt.

Lineær regresjon av alle data

Tabell 16 Forklaringskraft øverst og regresjonskoeffisienter med sig *

Model Summary ^b												
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics				Sig. F Change	Durbin-Watson	
						F Change	df1	df2				
1	,398 ^a	,158	,148	17,16765	,158	16,268	5	433	,000	1,702		

a. Predictors: (Constant), DumTallVSTegn0, Respondent, Kat4tester, GjentalTegnScore, SluttvaktDummy
b. Dependent Variable: ProsentSamiRiktig

Coefficients ^a														
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta				Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	70,339	5,341			13,170	,000	59,842	80,836					
	Respondent	-,143	,439	-,029	-,327	,744	-,1007	,720	-,083	-,016	-,014	,247	4,048	
	GjentalTegnScore	,902	,522	,082	1,728	,085	-,124	1,929	,203	,083	,076	,872	1,147	
	Kat4tester	,614	,827	,033	,743	,458	-,1011	2,239	,042	,036	,033	,982	1,018	
	SluttvaktDummy	2,332	3,309	,063	,705	,481	-,4172	8,836	,086	,034	,031	,247	4,049	
	DumTallVSTegn0	13,033	1,741	,351	7,486	,000	9,611	16,454	,378	,339	,330	,886	1,129	

a. Dependent Variable: ProsentSamiRiktig

Viser få variabel-koeffisienter som er signifikante. Testrekkefølge tatt bort pga colinartitet med 4 deltest kategorien Kat4tester.

Lineær regresjon av kun bokstavrekke data

Tabell 17 Forklaringskraft øverst og regresjonskoeffisienter med sig *

Model Summary ^{b,c}													
Model	R		Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics				Sig. F Change	Durbin-Watson Statistic		
	DumTallVSTegn0 = 0 (Selected)	DumTallVSTegn0 = 0 (Unselected)				F Change	df1	df2	DumTallVSTegn0 = 0 (Selected)		DumTallVSTegn0 = 0 (Unselected)		
1	,148 ^a	,033	,022	19,32558	,022	1,196	4	214	,314	1,666	,911		

a. Predictors: (Constant), SluttvaktDummy, GjentalTegnScore, Kat4tester, Respondent
b. Unless noted otherwise, statistics are based only on cases for which DumTallVSTegn0 = 0.
c. Dependent Variable: ProsentSamiRiktig

Coefficients ^{a,b}														
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta				Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	82,221	8,488			9,686	,000	65,490	98,953					
	Respondent	-,039	,701	-,202	-1,483	,140	-,2420	,342	-,135	-,101	-,100	,246	4,065	
	GjentalTegnScore	,549	,792	,047	,694	,489	-,1011	2,110	,047	,047	,047	1,000	1,000	
	Kat4tester	-,179	1,307	-,009	-,137	,891	-,2755	2,398	-,008	-,009	-,009	,999	1,001	
	SluttvaktDummy	-3,018	5,286	-,078	-,571	,569	-13,438	7,402	,098	-,039	-,039	,246	4,066	

a. Dependent Variable: ProsentSamiRiktig
b. Selecting only cases for which DumTallVSTegn0 = 0

Regresjonsanalyse av deltest 2 og 3 med lyd

Tabell 18 Forklaringskraft øverst og regresjonskoeffisienter med sig *

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
						F Change	df1	df2		
1	,524 ^a	,275	,249	16,81409	,275	10,528	9	250	,000	1,774

a. Predictors: (Constant), RekkLyd, SluttaktDummy, KatLydKjentelyder, DumTallVSTegn0, LydstyrkePeakdB, GjentalTegnScore, KatLydSpikes6-9 kHz, KatLydUnaturlig, Respondent
b. Dependent Variable: ProsentSamRiktig

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
1	(Constant)	73,665	16,610		4,435	,000	40,950	106,379						
	Respondent	-,264	,557	-,051	-,474	,636	-1,362	,833	-,088	-,030	-,026	,250	4,000	
	GjentalTegnScore	2,140	,720	,195	2,972	,003	,722	3,557	,210	,185	,160	,671	1,490	
	KatLydSpikes6-9 kHz	-8,634	3,075	-,213	-2,808	,005	-14,690	-2,578	-,094	-,175	-,151	,505	1,978	
	KatLydUnaturlig	3,117	4,412	,064	,706	,481	-5,572	11,805	-,007	,045	,038	,349	2,864	
	KatLydKjentelyder	-,659	4,558	-,016	-,145	,885	-9,637	8,318	,094	-,009	-,008	,249	4,013	
	LydstyrkePeakdB	-,054	,156	-,021	-,346	,729	-,361	,253	-,002	-,022	-,019	,786	1,273	
	DumTallVSTegn0	17,319	2,134	,447	8,114	,000	13,115	21,523	,457	,457	,437	,955	1,047	
	SluttaktDummy	1,652	4,183	,043	,395	,693	-6,588	9,891	,087	,025	,021	,250	4,000	
	RekkLyd	-,183	,418	-,027	-,438	,662	-1,007	,641	-,117	-,028	-,024	,754	1,327	

a. Dependent Variable: ProsentSamRiktig

Regresjonsanalyse med dummyvariabler kun lyd og kun bokstavrekker

Tabell 19 Forklaringskraft øverst og regresjonskoeffisienter med sig *

Model Summary^b

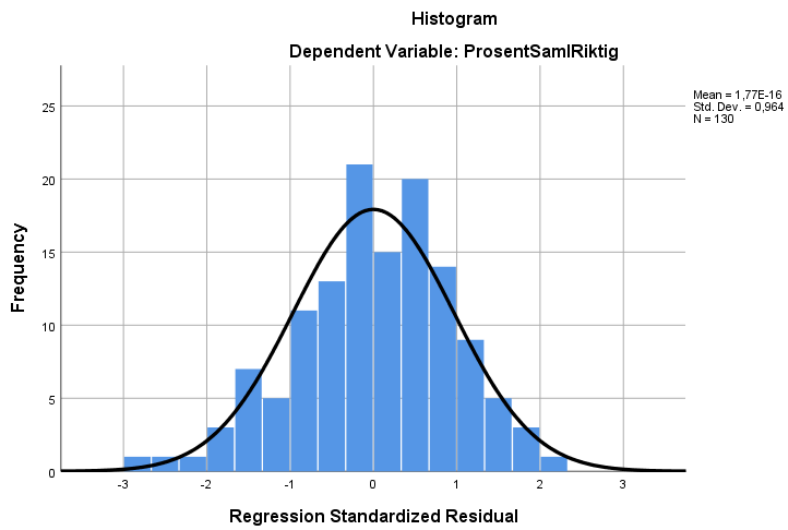
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
						F Change	df1	df2		
1	,445 ^a	,198	,138	17,82859	,198	3,287	9	120	,001	1,335

a. Predictors: (Constant), Lyd20, Lyd18, Lyd16, Lyd14, Lyd12, Lyd10, Lyd08, Lyd06, Lyd04
b. Dependent Variable: ProsentSamRiktig

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	71,154	4,945		14,390	,000	61,364	80,944					
	Lyd04	-8,173	6,993	-,128	-1,169	,245	-22,019	5,672	-,144	-,106	-,096	,556	1,800
	Lyd06	-2,885	6,993	-,045	-,413	,681	-16,730	10,961	-,052	-,038	-,034	,556	1,800
	Lyd08	2,404	6,993	,038	,344	,732	-11,442	16,249	,040	,031	,028	,556	1,800
	Lyd10	4,808	6,993	,075	,688	,493	-9,038	18,653	,082	,063	,056	,556	1,800
	Lyd12	7,212	6,993	,113	1,031	,304	-6,634	21,057	,124	,094	,084	,556	1,800
	Lyd14	-6,250	6,993	-,098	-,894	,373	-20,096	7,596	-,111	-,081	-,073	,556	1,800
	Lyd16	19,712	6,993	,309	2,819	,006	5,866	33,557	,342	,249	,230	,556	1,800
	Lyd18	-5,288	6,993	-,083	-,756	,451	-19,134	8,557	-,094	-,069	-,062	,556	1,800
	Lyd20	-10,577	6,993	-,166	-1,513	,133	-24,422	3,269	-,186	-,137	-,124	,556	1,800

a. Dependent Variable: ProsentSamRiktig



Figur 44 Plott av siste tests residualenes fordeling viser nokså god normalfordeling

Vedlegg 4 - Undersøkelse i lydpåvirkning, infoskriv etter NSD mal

Vil du delta i forskningsprosjektet

Lyd- og støy- påvirkninger i beredskapssituasjoner?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å kartlegge lyders innvirkning på arbeidseffektivitet i beredskapssituasjoner. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Dette er en undersøkelse i forbindelse med en masteroppgave i Ledelse og Innovasjon på Universitetet i Sørøst Norge. Fagområder som inngår i dette studiet, og som blir brukt som teoribakgrunn er Beredskapsledelse, Organisering, Innovasjon og Ledelse mfl. Vi ønsker i dette å kartlegge om det er spesielle lyd- eller støy-bilder som virker inn på arbeidseffektivitet i nødsituasjoner og skarpe beredskapssituasjoner. Denne undersøkelsen er et første steg i å finne ut om det er spesielle frekvenser eller lydstrukturer som er spesielt irriterende eller virker negativ på korttidshukommelsen. I følge teorier er korttidshukommelsen en del av menneskers arbeidsminne, som igjen menes er menneskers kognitive bevissthet. Et anonymisert resultat av undersøkelsen vil presenteres i masteroppgaven, og vil deles med instanser og personer som ønsker å se om det er noe å lære av dette.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Det er Universitetet i Sørøst Norge som er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Personer som er med i undersøkelsen er bekjente og personer fra deres nettverk som har vært med i skarpe nød- eller beredskaps- situasjoner. Det kan være personer fra blålysetater, fra militæret eller andre beredskapsorganisasjoner.

Hva innebærer det for deg å delta?

Dette vil foregå som et eksperiment i klasserom, hvor man tester korttidsminnet, og om dette påvirkes av forskjellige lydbilder. Det skal også sjekkes om opplæring til å forstå komplekse lydbilder gjør det enklere å konsentrere seg om arbeidsoppgaver. Hele opplegget vil ta ca. 1 time, litt avhengig av hvor lang tid lydopplæringsdelen tar. Skjemaet vil bestå av 5 deler, med noen demografiske kartlegginger i siste del. Første del testes korttidsminne uten noen påvirkning, 2 del testes med forskjellige lydbilder, 3 del testes med lydbilder etter at lydopplæring er gitt. I del 4 testes kort uten lyd for å se om man har blitt bedre generelt sett i å huske tall, etter de andre testene. Etter vi er ferdige tar vi en diskusjon i plenum om testens og lyders relevans.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Det er bare student Dag Arvid Thelle, student Steinar Lundgren og veileder Glenn-Egil Torgersen som vil ha tilgang til alle data fra undersøkelsen.
- Skjema i klasserom har en kode som kobles dine personlige kontaktdata, som navn, adresse etc. Dataene fra klasseromskjemaet vil derfor være anonyme.
- Data vil kun lagres på i felles teamgruppe i USN's Microsoft Teams løsning.
- Masteroppgaven vil kun ha anonymiserte generelle beskrivelser.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er 15. mai 2021. Personlige data, video og lydopptak blir slettet før 15 mai. Klasseromskjemadata vil bli gjennomgått og helt anonymisert før prosjektslutt. Dette datasett beholdes for eventuell etterprøvbarehet og mulige oppfølgingsstudier.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Universitetet i Sørøst Norge har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Professor i Pedagogikk/Forskningsleder Glenn-Egil Torgersen ved USN. Mob: 920 17 363
Mail: Glenn-Egil.Torgersen@usn.no
- Student Steinar Lundgren ved USN. Mob: 928 54 800. Mail 170633@usn.no
- Student Dag Arvid Thelle ved USN. Mob: 982 55 316. Mail 231010@usn.no

Vårt personvernombud: Paal Are Solberg ved USN. Mail: personvernombud@usn.no

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Glenn-Egil Torgersen
(Forsker/veileder)

Studentene Steinar Lundgren og Dag Arvid Thelle

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet [*sett inn tittel*], og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i undersøkelse om korttidsminne og mulig lydpåvirkning
- å delta i samtaler/gruppeintervju/evaluering etter undersøkelsen

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 5 - Utstyrliste

- Egen PC – Laptop
 - o Programvare
 - Windows 10 operativsystem
 - MS Office 2013 PowerPoint, Excel og Word
 - VoceVista Video Pro –
 - IBM SPSS versjon 26
 - Windows Movie Maker 2012
 - Zotero 5.0.96.2
 - Audacity 2.3.0
 - MS Teams
 - MS Paint

- 2 stk FBT – ProMax 114A – active høyttalere
- Miksebord
- Skjerm for fremvisning
-