

Støj i rummet, ISS

Den Internationale Rumstation



Humanistisk-teknologisk bacheloruddannelse
Roskilde Universitet, Hus A
Gruppe V1824788473 (1.semester):
Stig Anders Fage-Pedersen 66706, Bahar Sadik 66700
Rasmus Nymann 66707, Stefan Sverud 66858
Projektvejleder: Tina-Henriette Kristiansen

Abstract

In this project we investigate the making of a product, which can make life easier and more productive, specifically but not exclusively, for astronauts onboard the International Space Station ISS. A major hassle on the ISS is the high noise levels, that the astronauts face on a daily basis. This leads to a stressful work environment for the astronauts, and with this can many complications follow.

By simply using in-ear noise reduction products, we would reduce the astronauts ability to communicate. This led us to the conclusion of making a device with build-in communication features, which can solve the noise problem and improve communications at the same time. Our vision is to put together all our features into one device, in order to make it as simple, elegant and easy to use. The features incorporated is a combination of ear protection, alarm system, communication system and active noise cancellation system, all in one product. All these technologies are already present on the ISS, but in separate systems, except for the active noise cancellation. Our products purpose is to obtain overall noise relief combined with a comfortable and effective communication system.

We hope that our design solution will be able to help attain better well-being and work environment.

Indholdsfortegnelse

Abstract	2
Indholdsfortegnelse	3
Begrebsafklaring	6
1 Introduktion	8
1.1 ISS, Den Internationale Rumstation	8
1.2 Information om ISS	8
2 Problemstilling	10
2.1 Problemfelt	10
2.2 Problemformulering	11
3 Motivation	11
4 Semesterbinding	12
5 Metodeafsnit	12
5.1 Affordance	12
5.2 Brainstorming	13
5.3 Coloured Cognitive Map (CCM)	13
5.4 Komparativ analyse	14
5.5 TRIN-model	14
5.6 Storyboard	15
5.7 Hevners Research Metode	15
5.7.1 Brug af Hevners metode	17
6 Hvad er lyd	18
6.1 Hvordan bliver lyd opfanget af mennesket	19
6.2 Decibel	20
6.3 Hvad er støj	20
6.4 Decibel er den vigtigste faktor	21
6.5 Delkonklusion	22
6.6 Negativ støj - Fysiske og Psykiske mén	22
6.6.1 Fysiske mén	23
6.6.2 Psykiske mén	24
6.6.3 Delkonklusion	24
7 Positive effekter af lyd	25
7.1 Mulige terapeutiske lydmetoder	25
7.1.1 Active Noise Cancellation	27
7.2 Delkonklusion	27
8 Støj absorbenter	28
8.1 Porøse materialer	28

8.2 Membrane materialer	28
8.3 Resonans materialer	29
8.4 Aktiv støj absorbering	29
8.5 Passiv støj absorbering	29
9 Tidligere tiltag på ISS	30
Opdatering af fysisk udstyr, med andre versioner der støjer mindre	32
Installerer af forskellige lydbølge absorberende materialer på ISS	32
Afgrænsede områder såsom sovekabiner	33
Høreværn eller lignende kontrol at øregangene	33
9.1 Delkonklusion	33
10 Coloured Cognitive Map - CCM	34
10.1 Delkonklusion	34
11 Designprocess for produkt	35
11.1 Brainstorm	36
11.1.1 Løsningsideer	36
11.1.2 Ideer vi har valgt at kassere:	37
11.1.3 Ideer vi vil gå videre med	38
11.1.4 Delkonklusion	39
11.2 Iterations Process	40
1. Iteration	40
2. Iteration	41
3. Iteration	42
4. Iteration	44
5. Iteration	45
6. Iteration	46
Software Interface Funktioner	47
11.3 Komparativ analyse	48
Iteration 1. -> Iteration 2.	49
Iteration 2. -> Iteration 3.	49
Iteration 3. -> Iteration 4.	50
Iteration 4. -> Iteration 5.	50
Iteration 5. -> Iteration 6.	50
11.4 Affordance	51
11.4.1 Delkonklusion	51
12 Design rationale, Space-Plugs	52
13 Storyboard	54
14 TRIN-modellen	55
14.1 Teknologiers mekanismer og processer	55
14.2 Teknologiens artefakter	55
14.3 Teknologiers utilsigtede effekter	56
14.3.1 De fysiske effekter	56

14.3.2 De psykiske effekter	57
14.4 Teknologiske systemer	57
14.5 Modeller af teknologier	58
14.6 Drivkræfter og barrierer for udbredelse af teknologien	59
14.6.1 Drivkræfter	59
14.6.2 Barriere	60
15 Diskussion	61
16 Konklusion	63
17 Perspektivering	64
18 Refleksioner	65
19 Litteraturliste	66
20 Bilag	69
20.1 Bilag 1 ISS moduler	69
20.2 Bilag 2 Interview: Jesper Kristiansen	70
20.3 Bilag 3 Storyboard og læsevejledning	71

Begrebsafklaring

3D: 3 dimensioner.

(Space-Plugs) Alarm system: System bestående af Space-Plugs (se længere nede i begrebsafklaringen) og alarmsystemer på ISS, koblet sammen.

Aktiv Noise Cancellation: En måde at reducere lyd på igennem destruktiv interferens.

Aerodynamisk design: Design der giver minimal modstand ved bevægelse hen over f.eks. vind eller væske. Fronten af et fly er f.eks. et typisk aerodynamisk design.

Affordance: ifølge Norman er affordance det der gør, at en bestemt anvendelse af en genstand virker indlysende.

Blue Origin: Er en virksomhed med vision for at nedjustere omkostningerne ved afsendelse af raketter ud i rummet.

CCM: Står for Coloured Cognitive Map og er en metode til at kortlægge problemstillinger gennem et kort, som hjælper til at give oversigt i en designprocess.

Centrifugalventilator: Er en motor der bevæger ilt og andre gasser rundt.

Cochlea: Det indre øre

Decibel: En logaritmisk måleenhed for lyd.

ECLSS: Betyder Environmental Control and Life Support Systems som er de livsbevarende maskiner ombord på ISS. De inkluderer bl.a: kuldioxid filtrering, ilt-generation, væskefiltrering, brandsikkerhed.

Ekkolokalisering: Er en orientering metode ved brug af lydbølger.

Fjedersystem: Et system der sørger for at ledninger ruller sammen til udgangspunkt.

Frekvens: Hvor mange svingninger en lydbølge har pr. sekund.

Hovedtelefon: Højtalere i skålform der sidder hen over øret monteret gennem en bøjle over hovedet.

Headset: Callcenter design. To høretelefoner, mindre end hovedtelefonens monteret med en bøjle over hovedet.

Høretelefoner: Små højtalere der indsættes i øre kanalerne.

Høretelefoner, formstøbte: Små formstøbte øreplugs (lavet specifikt til den enkelte bruger), der dækker helt tæt.

Høreværn: Skålformet og lydisoleret overdække af ørerne siddende på bøjle.

Iskæmiske hjerte-kar-sygdomme: forsnævring af årer der føre blod til hjertet.

ISO: International Organization for standardization. Er en organisation bestående af 168 medlemslande der bestemmer internationale standarder i ting som handel, teknologi, landbrug mm.

ISS: Står for "International Space Station", som på dansk hedder den internationale rumstation.

Kayuta: Søvn station som er polstret med lydisolerende materiale og kan lukkes af med et skydedør. Designet af Russerne.

Modul: ISS er opbygget af flere moduler. Modulerne bliver trinsvis sendt i kredsløb af de forskellige lande der samarbejder om projektet. De bliver således koblet sammen et modul af gangen. Hvert nyt modul har et specifikt formål. Dette kan f.eks være et laboratorium, knudepunkt eller andet. (NASA, tilgået 2014)

Mission control Center: Er betegnelsen for en række kontrolcentre, som forkortes med MCC. De findes både i Rusland og USA og er i konstant kontakt med ISS. (NASA, tilgået 2014).

Mobil enhed: Smarttelefonen som vi kender den fra vores hverdag, såsom produkter fra f.eks. Samsung og Apple.

Nakkebøjle: En hesteskos formet monteringsbøjle som er ment til at blive sat på nakken.

Noise Teknologi: Brown-, Pink- og White Noise er alle eksempler på "støj "maskerings" teknologier, i denne kategori.

Override: System der trumfer alt andet der er aktivt for at give en klar udmelding.

RPM: Rounds per minute. Det betyder hvor mange gange et objekt snurre rundt i minuttet.

Sort boks: En harddisk, som f.eks. bruges på fly, til automatisk digital lagring af operations data, såsom kommunikation, fly data og lignende.

Soundbites: Korte bidder af en lydfile.

Space-Plugs: Specialtilpasset og støjisolerende, kommunikationssystem, alarmsystem og medieafspiller, bestående af formstøbte høretelefoner (med indbygget lyssensor), nakkebøjle og mobil enhed.

SpaceX: Er en kommerciel rumraket virksomhed der designer, producere og affyrer raketter. Deres mål er at få menneskeheden til andre planeter og at bringe omkostningerne ned, pr. kg sendt i kredsløb.

Støj: En ukontrollerbar lydkilde, som er til irritation for modtageren.

Støjbelastning: Består af en tidsfaktor og en intensitets faktor, der samlet skaber en belastning for øret. Jo længere tids belastning og/eller jo højere intensiteten lyden har, jo højere bliver sandsynligheden for skader eller mén.

TRIN Model: En metode til at analysere en given teknologi og dens effekt. Modellen er udviklet af Thomas Budde Christensen, Erling Jelsøe og Niels Jørgensen.

Vakuum: er betegnelsen for et tomt område, som regel et lufttomt rum. I et vakuum er der principielt set ikke noget indhold, hverken atomer eller partikler. Partikeltætheden og dermed trykket er lig med 0.

Virgin Galactic: Dette firmas mål er at give privatpersoner muligheden for at opleve vægtløs tilstand, og et direkte kig på Jorden udefra, på en kort "turist" tur op i rummet og ned igen.

White Noise, Brown Noise, Pink Noise: Lydfile der består af frekvenser mellem 20hz-20khz. Pink noise har et decibel tab på 3 for hvert oktavn opad for at justere efter menneskers hørelse. Brown noise har et decibel tab på 6 decibel.

WHO: World Health Organisation. Er en verdensomspændende organisation som beskæftiger sig med helbredet af verdensbefolkningen. De står inde for forskning og udvikling af medicin til sygdomme og helbredsproblemer på et globalt plan.

1 Introduktion

Støj er et koncept de fleste mennesker kender til. Hvad enten det er fra trafik, arbejdspladser eller en larmende nabo, bliver det ofte til gene og skaber stress og irritation hos den modtagende part. Dette er også et koncept de kender til på den internationale rumstation ISS. Astronauterne på denne rumstation er på samme måde som så mange andre mennesker på jorden, udsat for at støjfyldt miljø. Essentielle Environmental control and life support systems (fremover ECLSS) sørger for at astronauter er i live og kan trives på rumstationen, men på bekostning af konstant larm som radiere ud fra disse systemer.

Det er ikke muligt for astronauterne at undslippe dette støjproblem da de er bundet til at befinde sig i rumstationens moduler flere måneder af gangen, og alle rumstationens moduler skal have de operationelle ECLSS oppe at kører 24 timer i døgnet.

Det er en problematik som nasa kender til, og har prøvet at løse igennem de sidste 20 år, dog ikke med store forbedringer. Vi finder derfor grundlag for selv at undersøge dette emne.

Vi vil med denne rapport gøre rede for støj problematikkerne, hvilke konsekvenser de kunne have, samt undersøge mulige metoder til løsning af disse.

1.1 ISS; Den Internationale Rumstation

Da forskningsprojektet for ISS første gang blev fremlagt, var det ment at bruges som en arbejdsplatform for forskning. Man ønskede især en bedre forståelse for biologiske organismers påvirkning ved vægtløshed. I 1998¹ blev de første moduler afsendt fra jorden for at indgå i et større kollektiv af opholdsområder i kredsløb om jorden.

Da rumstationen i sin tid blev offentliggjort var det med intentionen om at ISS ville have en planlagt livsperiode på ca. 15 år.² Dog er denne periode blevet forlænget flere gange, første gang i 2014 frem til 2018, og derfra til 2024, for nu at være i forhandlinger til 2028. Det vil sige at fra dags dato 2018 har rumstationen godt og vel 10 år at løbe på.

1.2 Information om ISS

Rumstationen ISS består af mange forskellige komponenter samlet af mange forskellige nationer. Alle disse cylindre, solpaneler, moduler og laboratorier er alle lavet enkeltvis på jorden, og sendt op i rummet gennem årene for at blive tilkøbet den eksisterende rumstation. Det har været et projekt som har taget mange år og ressourcer, og har sammenlagt kostet alle nationerne 150 milliarder dollars at bygge. Stationen befinder sig imellem 370 - 460 kilometer over jorden og flyver med en hastighed på 27.000 kilometer i timen for at holde sig i kredsløb.

¹ http://denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Astronomi/Rumfart/Den_Internationale_Rumstation

² <https://oig.nasa.gov/docs/IG-14-031.pdf>

ISS er en 108 meter lang og 74 meter bred rumstation, der er estimeret til at veje 400.000kg og har taget omkring 40 raketopsendelser over 20 år at sætte sammen.

Hele stationen er sammensat af 16 tryk belagte moduler som sammenlagt giver et 1000 kubikmeters leveområde for astronauterne at arbejde, sove og bruge deres fritid i.³

(jf. Bilag 1)

Det er i disse moduler at vores støj problematik opstår. For at disse moduler kan være operationsdygtige, skal der et hav af larmende maskiner der kører hele døgnet til, for at sørge for astronauterne kan leve i dem. Blandt disse maskiner finder vi blandt andet:

- ECLSS (Environmental control and life support systems)
Disse er maskinerne som holder astronauterne i live på rumstationen. De sørger for at trykket i modulerne er høje nok til beboelse, samt at ilt bliver skabt og kuldioxiden bliver filtreret væk igennem en masse ventilatorer installeret i de forskellige moduler. Det er også de systemer som holder styr på brandsikkerheden ombord på ISS og sørger de også for at samle væske fra atmosfæren til filtrering af drikkevand.
- Active thermal control systems
Det er disse maskiner som sørger for at opvarme rumstationen. Da rummet både kan være utroligt varm og utroligt koldt, alt efter om stationen er under solens stråler bruger ISS disse systemer til at opretholde en bæregygtig temperatur.

ISS's funktion er en forskningsstation hvis primære formål er at lave videnskabelige undersøgelser i mikro tyngdekrafts miljø. Astronauternes daglige arbejdsdag varer omkring 15 timer og starter generelt 06.30 GMT og slutter 21.30 GMT med weekenderne fri. Det er astronauternes daglige job at arbejde på disse videnskabelige projekter, samtidigt med de også selv er et eksperiment i forhold til de medicinske forhold ved menneskekroppen i OG. Det er igennem mission control at astronauterne får daglige beskeder omhandlende deres arbejde i rummet og hvordan de skal bærer sig ad med eventuelle eksperimenter. Samtidigt med eksperimenterne ligger det også for opgave for astronauterne at opretholde rumstationens funktioner ved at sørger for de livsnødvendige maskiner er funktionsdygtige og rene for eventuel støv opbygning i ventilationssystemerne.

Udover deres arbejde skal astronauterne også sørge for at holde sig i fysisk god form, og sørge for de ikke lider af muskel og knogle tab, da menneskekroppen normalt regulerer dette ved hjælp af jordens tyngdekraft. Dette gør de gennem løbe maskiner og vægte som er monteret med elastikker og yder modstand igennem resistance⁴ Når astronauterne er færdige med deres lange arbejdsdag får de en smule fritid inden de skal sove. I denne fritid har de massere af underholdning og aktiviteter de kan tage sig til som bl.a at se film, hører musik, læse bøger, spille spil og snakke med deres familier.⁵

³ https://www.nasa.gov/pdf/179225main_ISS_Poster_Back.pdf

⁴ https://www.nasa.gov/audience/forstudents/9-12/features/F_Astronauts_Work.html

⁵ https://www.nasa.gov/audience/foreducators/stem-on-station/ditl_free_time

2 Problemstilling

Vi vil i denne rapport kigge på problemstillingen "Støj på ISS" og hvordan vi kan tydeliggøre denne problemstilling via de næstkommende undertitler. Derudover vil vi uddybe vores egen motivation og bevægelses grunde for netop dette emne.

2.1 Problemfelt

Astronauternes liv og velvære afhænger af diverse ECLSS systemer. Alle disse apparater skal køre i alle timer af døgnet, hvilket resulterer i en masse støj og larm i astronauternes arbejds- og levemiljø.

Der har igennem de 20 år, stationen har eksisteret, været en masse metoder og forsøg på at dæmpe støjen.⁶

Dette har blandt andet resulteret i nogle retningslinjer der dikterer at det generelle lydniveau på ISS ikke må overstige 70 decibel.⁷

Det danske arbejdstilsyns vejledning om støjmiljøer, indikere at vedvarende støj på 80 decibel i 8 timer i et arbejdsmiljø kan resultere i høreskader. Vedvarende støj på over 80 decibel uden høreværn, er ikke lovligt på danske arbejdspladser.⁸

Ved forsøg på lydisolering af rumstationen kan der opstå nogle forhold, der ikke er som på jorden, da sikkerhed og praktikalitet er særdeles højt prioriteret i rum-industrien. Brandfarlig isolering, polstring af vægge samt lydisolerede høreværn ville implicere en risiko for astronauterne. Dertil kommer at god kontakt til kollegaer og alarmer er essentielt for astronautens sikkerhed.

Der er derfor grundlag for at finde alternative metoder for støjreducering, og med vores rapport vil vi undersøge problemets omfang samt mulige løsninger. Vi skal have fokus på ergonomi da det nemt kan blive besværligt for astronauterne at skulle rende rundt med et produkt hængende på sig hele dagen.

Med støj problematikken følger der naturligt en anden problemstilling med, nemlig kommunikations systemer.

Både internt imellem astronauterne, og eksternt i mellem ISS og Houston, er det vigtigt at der ikke går information tabt. Reducering af støjen via isolation for astronauten, kan også resultere i en reducere af kommunikationsevner. Derfor er det vigtigt at komme på mulige løsninger på konsekvensen af lydisolering.

⁶ <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20100039608.pdf> s.9-20.

⁷ https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/279.html

⁸ <https://arbejdstilsynet.dk/da/regler/at-vejledninger/s/d-6-1-stoj>

2.2 Problemformulering

Hvordan kan astronauterne på ISS afhjælpes, mht. dagligt støjbelastning?

3 Motivation

En af gruppens medlemmer fandt emnet personligt relevant, da hun døjer med kronisk tinnitus samt lydoverfølsomhed (Hyperacusis). Hun har således stor forståelse for, hvor belastende en hverdag kan være under disse omstændigheder. Hun finder det både fysisk og psykisk udmattende til tider, og fandt det derfor spændende at kunne arbejde på at bidrage til en bedre trivsel på ISS, bla. grundet hendes forståelse for konsekvenserne.

Et andet gruppens medlemmer fandt lyd, som undersøgelse emne, meget interessant. Selv samme medlem er udøvende musiker og dette har været med til at øge interessen for en teoretisk forståelse af lyd.

Grundlæggende fandt vi emnet interessant, da vi alle har en nysgerrighed omkring rummet som forskningsområde. Astronauternes støj-forurenedede miljø er et problem som drager paralleller til mange af vores egne erfaringer med forhøjede støjniveauer og vi finder det interessant at kunne finde på mulige løsninger på en problemstilling vi selv kender til.

4 Semesterbinding

I denne rapport linker vi til to dimensioner. Den ene dimension Design og Konstruktion har vi brygget ind over vores afhandling, da det fokuserer på designvidenskab med fokus på udvikling og evaluering af systemer, designprocesser og artefakter. Rapporten er underbygget med diverse metoder som Affordance, Brainstorm, Coloured Cognitive Map (fremover forkortet CCM), Hevners Research metode samt Storyboard metoden. Disse metoder falder under dimensionen Design og Konstruktion og derfor har vi gjort denne dimension binding.

Rapporten indeholder også analyse metoden TRIN-modellen for at skabe et simuleret forståelse af vores endelige designløsning. Denne metode underbygning knytter Teknologiske Systemer og Artefakter ind i vores rapport, og er vores anden dimensions binding.

Yderligere er vores rapport underbygget med metoderne Brainstorm og Komparativ analyse for bedre helhedsbeskrivelse af vores designløsning.

5 Metodeafsnit

Vi vil i denne rapport gøre brug af af forskellige modeller for bedre analyse og gennemgang af vores produkt samt de underbyggende metoder for rapporten.

5.1 Affordance

("afford" = give, yde, afgive, frembyde)

Begrebet affordance blev til at starte med opfundet af perceptions psykologen James J. Gibson og beskrevet i sin bog i 1966. Han beskrev Affordance som hvad miljøet kan tilbyde for den pågældende individ og henviser til handlingen mellem verden og aktøren, som både kan være en person eller et dyr. Ifølge Gibson er affordancer forhold. De eksisterer naturligt, som ikke behøver være synlige, velkendte, eller eftertragtede. Affordance er hvad det er og forandrer sig ikke, selvom aktørens nødvendighed måske skulle gå hen og forandre sig. Dette bragte Donald A. Norman til at skrive sin bog *The Psychology of Every-Day Things* (POET 5), da han var dybt uenig i Gibsons måde at se Affordance på.⁹ Norman mener nemlig at Affordance er brugervenligt, tydeligt og tilbyder en direkte kobling mellem synsoplevelse og handling ift. hvordan tingene skal anvendes. Norman mener, at fra et design synspunkt er designet godt hvis man blot ved at se på et artefakt ved hvordan det skal anvendes. Derfor er det vigtigt for designeren at sørge for, at de eftertragtede relevante handlinger ved selve designet er lettere modtagelige for brugeren. Han kom så frem til en teori som beskriver at der er to slags Affordances; *perceived affordances* og *affordances*.¹⁰ Han beskriver "perceived affordance" (opfattede affordances)

⁹ Affordance, Conventions and Design 1999; Donald A. Norman s. 2

¹⁰ Affordance, Conventions and Design 1999; Donald A. Norman s.2

som handlinger brugeren opfatter som muligt baseret på, hvordan en genstand præsenteres. For eksempel, hvis dit design indeholder en "knap" og den ser ud til at man kan trykke den, så er det den opfattelse vi får af den, at den kan trykkes ned, på trods af den ikke kan. I dette tilfælde er det ikke affordance.

Affordance reflekterer de mulige forhold mellem aktører og objekter: det er verdens ejendomme. Altså er det heller ikke kun afhængigt af de fysiske muligheder en aktør har, men i lige så høj grad til deres mål, planer, værdier, holdninger og erfaringer fremover. Pointen er, at et design i sig selv foreslår hvordan man skal interagere.¹¹

5.2 Brainstorming

Brainstorming er et redskab til at komme frem til løsninger på et umiddelbart uløst problem. Konceptet blev første gang beskrevet af Alex F. Osborn, en direktør i reklamebranchen.¹²

I dag er han kendt som faderen til brainstorming. Han beskrev brainstorming konceptet i sin bog "Applied Imagination" tilbage i 1953 og ideen er i dag en velkendt metode indenfor designer-faget.

Helt konkret har brainstorming fire overordnede regler hvis intention det er at skabe størst muligt udbytte af ideer:

1. Alt kritik er forbudt
2. Alle ideer er velkomne
3. Mange ideer ønskes
4. Kombinationer af ideer bør tilstræbes

Teknikken bruges til at fremmane så mange kreative ideer som muligt, for derefter at være bedre stillet til at kunne løse en given problemstilling. I vores rapport bruger vi brainstorming metoden til komme på den bedst tænkelige løsning på støj problematikken gennem fælles ideer.

5.3 Coloured Cognitive Map (CCM)

Coloured Cognitive Map, eller CCM for kort, er en teknik udviklet af John R. Venable.¹³ Teknikken bliver anvendt til at kunne determinere årsager til problemet der arbejdes med, samt kortlægge konsekvenserne af selvsamme problem. Denne metode kan også bruges til bedre at kunne formulere det konkrete problem man står med, ved at identificere årsager og konsekvenser. CCM er med til at kortlægge et struktureret overblik over problemet man har ved hånden og brug af denne teknik kan være med til at give mere inspiration til løsninger for det pågældende problem.

¹¹ Affordance, Conventions, and Design; Donald A. Norman s. 5

¹² <http://home.snu.edu/~jsmith/library/body/v26.pdf>

¹³ Venable, John (2014). Using Coloured Cognitive Mapping (CCM) for Design Science Research. Forlag: Curtin Univerisity, Australia, 2014

5.4 Komparativ analyse

Metoden bruges til at kunne bestemme eventuelle positive og negative funktioner ved et design som bla. kan være en ide, artefakt eller system. Analysen kan bruges til at optimere et givent artefakt til at opnå dets maksimale potentiale, hvilket er vores grundlag for valg af denne analyse metode. Komparativ analyse bygger på at beskrive et emnes forskelligheder og samtidigt dets ligheder.¹⁴

5.5 TRIN-model

Modellen er lavet af Thomas Budde Christensen, Erling Jelsøe og Niels Jørgensen¹⁵ med inspiration fra henholdsvis J. Müller og Carl Mitcham. De havde hver deres egen definition af hvad teknologi er bygget op omkring og hvordan det bygger teknologi begrebet op. Carl Mitchams definition af teknologi, som skrevet i bogen Thinking Through Technology¹⁶ er at objekt, viden, aktivitet og vilje samlet giver definition for teknologi. Hvorimod J. Müller¹⁷ og hans medforfattere var af den opfattelse at teknologi skulle defineres som teknik, viden, organisation og produkt.

Dog var forfatterne af TRIN-modellen ikke af samme mening, hvilket gav inspiration til en ny forståelse af teknologi. Denne er givet ved TRIN-modellens 6 trin som sammen skaber nutidens forståelse for teknologi.

Denne metode går i dybden med teknologien bag artefaktet eller systemet, og forsøger at forklare de umiddelbare funktioner og konsekvenser en implementeret teknologi vil have på sine omgivelser. Modellen består af 6 trin der hver især beskriver forskellige aspekter af et nyt teknologisk system eller artefakt, og dets introduktion på markedet.

De 6 trin er:

1. Teknologiers indre mekanismer og processer

Denne beskriver produktets indre mekanismer med en kort detaljeret beskrivelse af dens funktioner og indhold.

2. Teknologiers artefakter

Det er i Teknologiers artefakter hvori man beskriver de enkelte artefakter som tilsammen giver det nye artefakt.

3. Teknologiers utilsigtede effekter

I denne beskriver man alle bivirkninger der kan være ved indførelsen af det færdige artefakt, hovedsageligt er det de uønskede virkninger man prøver at belyse.

4. Teknologiske systemer

I teknologiske systemer belyser man de større sammenhænge ens artefakt er en del af som f.eks. telefon er led i et større kommunikationssatellit netværk.

5. Modeller af teknologier

¹⁴ <http://eprints.ncrm.ac.uk/57/1/chrispickvance.pdf> Chris Pickvane, forlag: University of Kent, s. 1-3

¹⁵ Niels Jørgensen (2018), Indre mekanismer og processer, Forlag: RUC Universitet, s. 2

¹⁶ Niels Jørgensen (2018), Indre mekanismer og processer, Forlag: RUC Universitet, s. 3

¹⁷ Niels Jørgensen (2018), Indre mekanismer og processer, Forlag: RUC Universitet, s. 4

Dette trin er for illustrationer af ens design igennem kort, tegninger, modeller eller prototyper.

6. Drivkræfter og barrierer for udbredelse af teknologien

Her går man i dybden med hvilke modstandskræfter der kan være forbundet med implementeringen af artefaktet, for at det ikke opnå sit potentiale.

5.6 Storyboard

Storyboard metoden er beskrevet i slidesene fra Design & Konstruktion forelæsningserne ved underviser Jan Pries-Heje. Mange af de store filminstruktører har brugt Storyboards. Metoden går helt tilbage til 1920'erne, hvor den russiske filminstruktør Sergei Eisenstein brugte den som blandig af drejebøger og illustrationer af billedindstillinger.

Denne metode er en teknik til en visuel repræsentation af det givne teknologi og konceptet bag det. Den kan bruges til at vise funktioner og brug i et imaginær scenarie med relation til virkeligheden. Det laves typisk i form af tegnede skitser for hurtig koncept fremvisning, men kan omfatte dokumentation af alle video, lyd, grafik og kontrol-elementer for et multimediedesign. Der er tre forskellige storyboard kategori typer. De første to er Flow og Hierarki. Den tredje type Storyboard kaldes Kombi. Her blander man type et og to, for et mere dybdegående indblik i teknologien der er skitseret.

1. **Flow:** Denne kategori type viser et gennemgang scenarie over brug af produktet.
2. **Hierarki:** Ved Hierarkisk fremstilling viser man et aspekt af scenariet i detaljer.
3. **Kombi:** Forståelsen af Kombi er at kombinere Flow og Hierarki som man har både en gennemgang af scenariet hvor et eventuel designløsning kan bruges og en detaljeret fokus på indholdet af designløsningen.

5.7 Hevners Research Metode

Alan R. Hevner fra Florida har lanceret en model af designvidenskab, der har fokus på problemløsning eller opfyldelsen af et behov. Modellen som er kaldt for "*The Information Systems Research cycle*" er baseret på to paradigmer¹⁸:

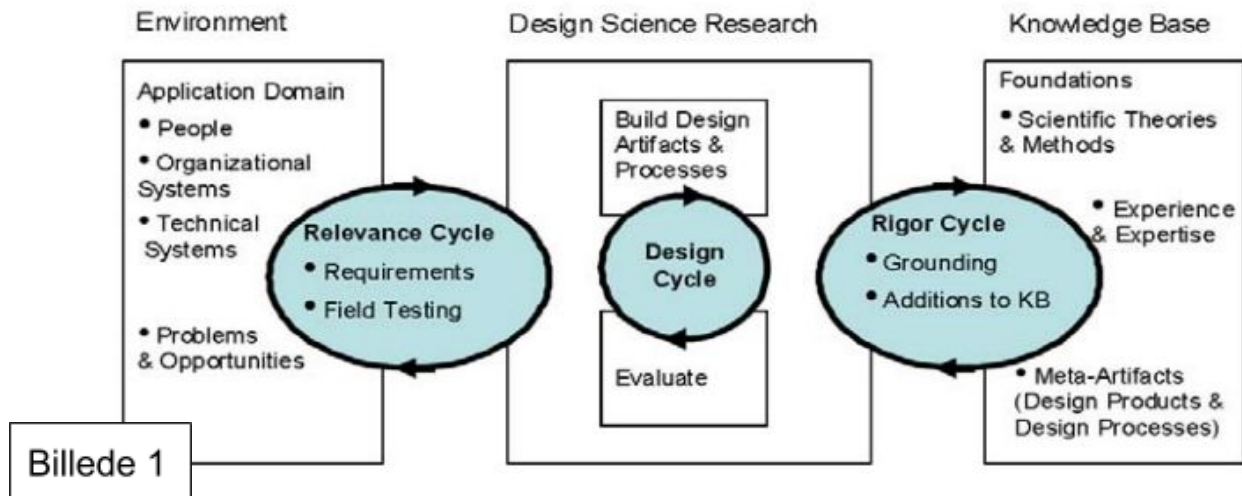
- *Behavioral Science*, som har en socialvidenskabelig tilgang til undersøgelser. Paradigmet går ude på at samle empiri for at verificere hypoteser eller forudsige samfundsmæssige ændringer.
- *Design Science*, som har en mere teknisk tilgang til undersøgelse arbejdet. Det er en iterations søjle som vil innovere og forbedre artefakter eller metoder, ved at undersøge eksisterende designs og samle viden, for at skabe nye og forbedrede artefakter eller systemer.

Ud fra disse design videnskabelige tilgange har Hevner designet en model, som omfatter disse to paradigmer. Modellen tager udgangspunkt i tre søjler. Disse tre søjler danner baggrund for et stabilt design, da den arbejder som en sammenkobling mellem mennesker,

¹⁸ Hevner & March (2003): s. 1

organisation og teknologi. Processen i modellen er iterativt og søjlerne følger ikke en bestemt rækkefølge. Den går ud på at man løbende re-evaluerer designet, efter at have modtaget feedback, indtil man opnår et solidt tilfredsstillende design. Man sammenligner det indsamlede data med teoretiske konklusioner. Modellen er udformet med henblik på at lære studerende hvordan et designproces foregår.¹⁹

Hevner's tre-cyklus model



Hevner, A. R. (2007). A Three Cycle View of Design Science Research. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 19(2), 87-92.

Som det kan ses på figuren er modellen delt op i tre cyklusser, som hedder Relevans-, Design-, og Rigor cyclus. De har hver sin vigtig rolle i modellen.

Venstre del af modellen - Relevans Cyklus

Relevans Cyklussen er miljøet, dvs. designets omgivelser. Den forbinder designet med miljøet i den forbindelse af, at designet forholder sig "relevant" til brugeren og dens behov. Denne søjle indholder altså en iterationsproces, som derved skaber nye problemstillinger eller behov i miljøet.²⁰

Højre del af modellen - Rigor Cyklus

Rigor cyklussens rolle er at sørge for at designet er innovativt og forholdsvis nyt, som kan opnås ved at undersøge og anvende eksisterende viden og tidligere erfaringer. Cyklussen forbinder dermed designforskningen og processen med den viden der allerede er til stede for det pågældende design. Altså kan man ved at se på tidligere lignende designs, bygge videre på sit eget ved at tage det brugbare med fra tidligere designs og optimere det med sit eget. Ved at have et solidt fundamentalt vidensgrundlag, kan man altså skabe et design på baggrund af solide metoder, teorier, erfaringer, viden og designprocesser og muligvis iterationer hvis nødvendigt.²¹

¹⁹ A.R.Hevner 2007:88

²⁰ A.R.Hevner 2007:88-89

²¹ A.R.Hevner 2007:89-90

Midterste del af modellen - Design Cyklus

Design cyklussen går ud på at konstruere designet, og derefter afprøve og evaluere det. Den er en kombination af de øvrige søjler, som tilsammen skaber et stabilt design omfattet af empiri af miljøet samt teoretisk viden og metoder. Efter man har bygget designet og man har opnået det færdige resultat, skal designet prøves af og derefter evaluerer man hvilke aspekter der eventuelt skal forbedres indtil man har opnået et tilfredsstillende resultat. Her skal man tage hensyn til forskellige aspekter før designet kan vurderes. Det gøres ved at gennemgå det miljø- og forskningsviden man har indsamlet og sammenligne dem med den nye viden man har påtaget sig. Derefter kan man skabe sit nye design. Altså kommer der iterationer ud af processen. Denne cyklus kan fortsætte uendeligt da forandringer i søjlerne påvirker designet.²²

5.7.1 Brug af Hevners metode

Til dette projekt har vi valgt at lave vores design udefra Alan Hevners "tre-cyklus model". Vi har valgt netop denne model da vi mener at de tre søjler omfatter det essentielle i vores design, og metoden er velegnet til vores projekt da mennesket (astronauterne) i fællesskab er i direkte interaktion med teknologi. Altså tages der højde for miljø og viden på ISS.

Vores design er ikke universelt, da vi fokuserer på en specifik målgruppe og lokation. Dog vil vi drage paralleller til designet fra en hverdag på jorden mht. støj og kommunikation, da de samme regler gælder her i forskellige miljøer.

Måden vi vil anvende *relevans cyklussen* i projektet, er ved at tage højde for miljøet og omgivelserne i rummet. Dette vil vi gøre ved at samle empiri for vores problemstilling blandt andet vha. ekspert interview med Jesper Kristiansen (Seniorforsker cand.scient., ph.d. ved Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, NFR) og ved at søge empiri på internettet. Formålet er at opnå den mest komfortable og effektive designløsning som muligt grundet astronauternes lange arbejdsdage. Der tages altså højde for de vigtige faktorer miljømæssigt for en hverdag i rummet, samt interaktion mellem astronauterne og designet. Målsætningen er at skabe et design som kan implementere de nødvendige funktioner samlet i et produkt.

Rigor cyklussens rolle er at sørge for at designet er innovativt og forholdsvis nyt, som tidligere beskrevet kan opnås ved at undersøge og anvende eksisterende viden og tidligere erfaringer. Vi vil derfor foretage os en omfattende undersøgelse af de allerede eksisterende støjreducerende produkter og kommunikationsenheder. Det vil vi blandt andet gøre vha. undersøgelse på internettet og bøger for at få så meget viden som muligt. Vores vision er at udvide det allerede anvendte kommunikations og støjisolerende system der er sat op på ISS. Dertil vil der højst sandsynligt komme ekstra funktioner som vi vil nå frem til vha. iterationer. Altså vil vi optimere og vælger dermed at bygge videre på det eksisterende ved at samle viden fra tidligere løsninger, tilføje eventuelle mangler, og implementere det hele i et sammensat design.

Design cyklussen, som er vores design, vil blive skabt på baggrund af både højre og venstre søjle. Den vil ikke kunne fungere uden at tage hensyn til det omliggende miljø, eller den undersøgelse viden man får indhentet for at kunne skabe det optimale design. Så ved at

²² A.R.Hevner 2007:91-92

tage hensyn til højre og venstre søjle vil vi evaluere os igennem det definitive design, som vil blive demonstreret vha. iterationer.

Vi vil desværre ikke have muligheden for at kunne teste vores design som man gør i Hevners model, da det er urealistisk for os at afprøve vores produkt i rummet. Desuden har vi ikke muligheden for at lave en funktionel prototype med de færdigheder vi nu har. Derfor vil vi heller ikke vide hvad bidraget vil kunne være i sidste ende, da vores produkt er en hypotetisk designløsning. Dog har vi gjort os nogle hypotetiske overvejelser om hvorvidt designet er til nytte.

6 Hvad er lyd

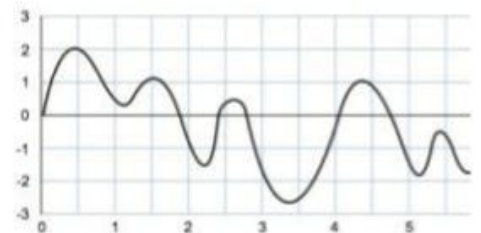
Når en højttaler spiller lyd sætter den svingninger i gang. Disse svingninger bliver kaldt lydbølger. Lydbølgen bevæger sig fra sin lydkilde ved at forplante sig 360 grader.²³

Tætheden af molekylerne varierer således og afgør, hvordan lyden i sidste ende opfattes.

Forplantning kan kun ske gennem et medium, såsom faste materialer, væsker eller gasser. Derfor kan lydbølger ikke forplante sig i vakuum (f.eks det ydre rum).²⁴

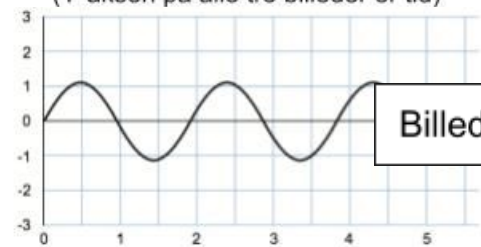
Når en trykbølge rammer øret, vil bølgen reflektere ned i øregangene og resonere i trommehinnens membran. De vibrationer som resonere fra trommehinden gennem det indre ører og bliver omdannet til elektrokemiske signaler som hjernen analyserer og tolker som en bestemt lyd.²⁵

Det menneskelige øre er kun i stand til at opfange visse frekvenser. Denne udtrykkes i måleenheden hertz, opkaldt efter tyskeren Heinrich Rudolf Hertz. Frekvensen afgør tonehøjden. En stor bevægelse i luften fremkalder igennem et stort lydtryk en kraftig tone, mens en lille bevægelse fremkalder et svagt lydtryk og dermed en svag tone. De høje frekvenser er hurtige svingninger som hjernen tolker som en høj tone mens de lave frekvenser langsomme svingninger der bliver tolket af hjernen som en dyb tone. Mennesker kan typisk høre lyde med frekvenser på mellem 20 og 20.000 hertz. Lyd under 20 Hz kaldes *infralyd*, og lyd mellem 20 Hz og 20.000 Hz kaldes *normallyd*. De fleste lyde er mellem 20 Hz og 10.000 Hz.²⁶



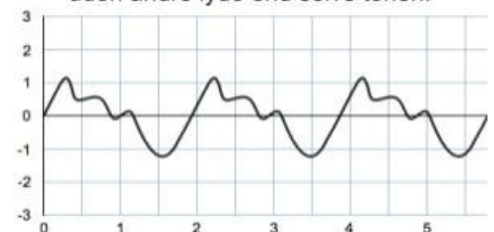
Hvis svingningerne er uregelmæssige, opfattes lyden som støj eller anden lyd uden fast tonehøjde.

(Y-aksen på alle tre billeder er tid)



Billede 2

Ovenstående tone er en *sinustone*, dvs. en kunstigt frembragt tone uden andre lyde end selve tonen.



På det andet billede ser vi en naturlig frembragte tone som er sammensat af flere forskellige lyde (blandt andet lydene fra de mekaniske dele på musikinstrumenter).

²³ <https://www.musikipedia.dk/frekvens>

²⁴ Axel Michelsen (1977) Lyd og liv, P. Haase & Søns Forlag, s.40

²⁵ Poul Hansen (2011), Ører og Hvad De Hører. Naturhistorisk Museum Aarhus. s. 4-5

²⁶ <https://www.musikipedia.dk/frekvens>

Lyd bevæger sig generelt med 340 meter i sekundet gennem luften, som svarer til 1224 kilometer i timen. Lydens hastighed kan dog være forskellig alt efter hvad temperaturen er.

Jo varmere det er jo hurtigere kan lyden bevæge sig. Når molekylerne har nemmere ved at bevæge sig stiger deres svingninger per sekund (frekvens). Dette medfører at frekvensen i atmosfærisk luft stiger med knap 2 procent for hver 10 grader celcius stigning, svarende til 0,6 meter i sekundet for hver grad. Man kan altså konstatere at temperaturen har en påvirkning på frekvensen. Således kan lydens hastighed varierer meget.²⁷

6.1 Hvordan bliver lyd opfanget af mennesket

Mennesket har tre øreknogler i mellemøret cochlea. Når lydbølgerne bevæger sig i gennem øregangen rammer de først trommehinden, som vibrerer lydbølgerne videre til mellemøret. Derefter overfører mellemøret lydbølgerne til mekaniske trykbølger, som så overføres til væskerne i det indre øre. I det indre øre (cochlea), sidder en masse små hårceller som bliver stimuleret af bevægelserne fra væsken og omdanner disse signaler til kemiske signaler som bliver transporteret igennem hørenerven til audio-receptorerne i hjernen. Disse elektrokemiske signaler bliver igennem vores audio-receptorer analyseret og tolket til lyd.²⁸

Lyd kan opstå på mange forskellige måder. Det kan eksempelvis være "luftlyd", der afgives via en højttaler eller "vandlyd", der udsendes af et havdyr.

Og så findes der selvfølgelig også det, vi i daglig tale ville kalde støj, som f.eks. kunne være lastbiler, toge, motorstøj, byggepladser, fester osv.



²⁷ <https://www.musiklopedia.dk/frekvens>

²⁸ <https://www.cochlear.com/dk/home/understand/hearing-and-hl/how-hearing-works>

6.2 Decibel

Vi har tidligere beskrevet lydens frekvens og hvilken effekt den har på lyden. Det er dog ikke frekvensen der er mest afgørende for, om lyden er skadelig, men derimod lydstyrkens niveau, kaldet decibel (dB). Hz er således tonehøjden og dB er lydstyrken. Det kommer meget an på omgivelserne, hvorledes lydbølgerne udbreder sig. Lydbølger som udbreder sig, i f.eks. vores atmosfære, dæmpes med ca. 6 dB for hver gang afstanden fra lydkilden fordobles. Glatte eller plane flader som vægge, kaster lydbølgerne tilbage, og forøger således lydstyrken. Det menneskelige ører kan normalt opfatte lyd allerede ved 3 decibel, og man får normalt smerter i øret ved et lydniveau på cirka 115 til 140 dB.²⁹

Når man måler støj på en arbejdsplads gør man det igennem en "A" vægt af decibel målingen. Når en decibel måling er A vægtet bliver der taget højde for menneskers evner til bedre at hører høje frekvenser end lave i den samlede måling.³⁰

Decibel fungerer ud fra en logaritmisk skala. Dvs. at en lydstyrke på 10 decibel er 10 gange større end 0 decibel, imens 20 decibel er 100 gange større end 10 decibel.

6.3 Hvad er støj

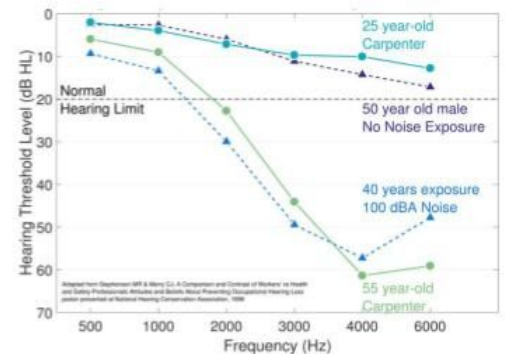
Støj er kort fortalt uønsket lyd, som skaber irritation for hjernen. Den kan komme alle vegne fra såsom trafik, jernbaner, virksomheder, naboer osv. Mange mennesker er udsat for generende støj, og det kan i værste fald skade ens helbred.

Støj er subjektivt, og det er således individuelt hvornår det bliver for meget. Man kan definere forskellen på lyd og støj, som en ukontrollerbar lydkilde som er til irritation for modtageren. Støj er også et stort arbejdsmiljøproblem, som videncenter for arbejdsmiljø deler op i følgende typer:

Meget høj støj: "Meget høj støj er et mere eller mindre konstant højt støjniveau, som for eksempel fra larmende maskiner i en fabrikshal."

Forstyrrende støj: "Forstyrrende støj er ikke i sig selv sundhedsskadelig, men er i stedet en del af et uhensigtsmæssigt og potentielt stressende arbejdsmiljø."

Impuls støj: "Impulsstøj er eksempelvis et skud eller en anden pludselig og meget kraftig lyd. Både den høreskadende støj og impulsstøj kan give fysiske skader."³¹



Billedet ovenover viser et eksempel på hørelsen af en 25-årig tømrer som ikke har haft beskyttet sine øre på arbejde, sammenlignet med hørelsen af 50-årig mand, der ikke har haft udsat sig for høj støj. De har nogenlunde samme hørelse på trods af deres store alders forskel. Dette eksempel er et godt bevis på, hvor alvorlig skaden kan være, af at befinde sig ubeskyttet i et støjfyldt miljø.

(Eksemplet er taget ude fra CDC.gov, Centers for disease Control and Prevention)

Billede 4

²⁹ <http://www.arbejdsmiljoviden.dk/Emner/Fysisk-arbejdsmiljoe/Stoej/Meget-hoej-stoej>

³⁰ <https://hoerelse.info/hvad-er-lyd-0>

³¹ Citat fra:

<https://web.archive.org/web/20171224022852/http://www.arbejdsmiljoviden.dk:80/Emner/Fysisk-arbejdsmiljoe/Stoej>

Man kan konstatere, fra ovenstående, at den første og tredje type støj er de værste. Disse har størst potentiale for at udøve skade, i form af alvorlige fysiske og psykiske men. Skaden af den konstante støj, afhænger af hvor længe man befinder sig på det støjfyldte sted og ved hvilken dB. Det er altså ikke en lejlighedsvis udsættelse for kortvarig høj støj, der markant øger risikoen for høreskader, men derimod den samlede energi af vedvarende kraftig lyd, pr. tid. Det er i øvrigt ligegyldigt om man kan lide lyden eller ej, så musik kan altså være lige så høreskadende, som støj fra en maskine. Mange musikere lider af kronisk tinnitus eller høretab, grundet for høj musik belastning. En af dem er den danske trommeslager Lars Ulrich, fra Metallica.³² I dette tilfælde er det også en arbejdsskade, også selvom han fik det af at lave noget han elsker.

6.4 Decibel er den vigtigste faktor

Støjbelastningen i arbejdsmiljøet måles som en middelværdi over en 8 timers arbejdsdag. Lad os se nærmere på en tabel taget fra arbejdstilsynet hjemmeside, som beskriver støjgrænsen.

En støjbelastning på 85 dB(A) i 8 timer, svarer f.eks. til den samme potentielle høreskade, som ved 88 dB(A) i 4 timer.³³

85 dB(A) i	8 timer
88 dB(A) i	4 timer
91 dB(A) i	2 timer
94 dB(A) i	1 time
97 dB(A) i	30 minutter
100 dB(A) i	15 minutter

Tabel 1

Tabellen viser hvor meget decibel egentlig betyder. Det er muligt for mennesker, med en normalt fungerende hørelse, at skelne en ændring på blot 1 dB. En fordobling af lydstyrken, svarer til en forøgelse af lydstyrkens niveau på 10 dB. Derfor vil man opleve en kraftig stigning i lydstyrken eksempelvis fra 80 til 90 dB. Det samme vil til gengæld, også være tilfældet fra 30 til 40 dB. Så hvornår skal man egentlig beskytte sig?

³² <http://edition.cnn.com/2009/HEALTH/12/28/tinnitus.metallica.drummer/index.html>

³³ <https://web.archive.org/web/20170202202142/http://arbejdstilsynet.dk/da/regler/at-vejledninger/s/d-6-1-stoj#h2capter3>

Ifølge arbejdsloven må: *“ingen udsættes for en støjbelastning på over 85 dB(A) eller spidsværdier af impulser over 137 dB(C). Overskrides støjgrænserne, skal der derfor straks tages initiativ til at bringe støjen under grænseværdierne. Samtidig skal årsagen til overskridelsen påvises, og der skal tages tekniske og organisatoriske forholdsregler mod en gentagelse af overskridelsen.”*³⁴

6.5 Delkonklusion

Vi har nu gjort rede for hvad lyd er, hvordan støj opstår og hvilke grænser værdier, der eksisterer på det danske arbejdsmarked. Lyd er forplantninger af trykbølger i diverse medier, som mennesket opfanger ved hjælp af vores høresans. Vi har lært, at det er decibel niveauet der har den afgørende betydning, for hvorvidt en lyd er skadelig, for det menneskelige øre.

6.6 Negativ støj - Fysiske og Psykiske mén

Teknologiens fremdrift i vores samfund har buldret frem siden den industrielle revolution. En konsekvens af denne fremdrift, er meget mere støj og lyd generelt, i vores hverdag. Støj delen betragtes som en form for forurening. Astronauterne på ISS er også påvirkede af denne problemstilling, grundet de nødvendige ECLSS. Støj kan give så kraftige gener, at det kan være afgørende at søge hjælp og behandling, som følge af de alvorlige biefekter den kan medføre.

Da det er svært at finde kvantificeret data på astronauters negative belastning, ved udsættelse for støj, går vi i stedet ud fra at et menneske på ISS, er udsat for samme potentielle skades påvirkning, som mennesker på jorden, der arbejder i lignende støj fulde miljøer. Eftersom ISS har sin egen mini atmosfære, finder vi det rimeligt at sidestille information fra f.eks, danske arbejdspladser, med ISS.

Ifølge arbejdstilsynet kan støj overbelastning have følgende konsekvenser:³⁵

Vedvarende støjbelastning over 80 dB(A): *“Vedvarende støjbelastning over 80 dB(A) indebærer risiko for høreskader. Den individuelle følsomhed for støj varierer dog meget.”*

Vedvarende støjbelastning på 85 dB(A): *“Vedvarende støjbelastning på 85 dB(A) indebærer risiko for alvorlige høreskader.”*

Vedvarende støjbelastning over 80 dB(A): *“Vedvarende støjbelastning på 90 dB(A) indebærer, at risikoen for alvorlige høreskader er næsten tre gange så høj som ved en støjbelastning på 85 dB(A).”*

Kraftig impulsstøj: *“Kraftig impulsstøj, hvor spidsværdier overstiger 130-140 dB(C), kan skade hørelsen selv ved ganske få kortvarige påvirkninger. Impulsstøj kommer fra fx slag, metal mod metal, skud, osv.”*

³⁴ Citat:

<https://web.archive.org/web/20170202202142/http://arbejdstilsynet.dk/da/regler/at-vejledninger/s/d-6-1-stoj>

³⁵ Citat:

<https://web.archive.org/web/20170202202142/http://arbejdstilsynet.dk/da/regler/at-vejledninger/s/d-6-1-stoj#h2ca pther3>

Høreskadende støj: *“Høreskadende støj kan give anledning til tinnitus (susen for ørerne) og lydoverfølsomhed.”*

Visse kemiske stoffer: *“Visse kemiske stoffer kan gøre øret mere følsomt for støj eller kan på anden måde skade hørelsen.”*

Kraftige vibrationer kan øge risiko for høreskader: *“Kraftige vibrationer, der optræder sammen med støj, kan forøge risikoen for høreskader.”*

Forstyrrede arbejdsfunktioner: *“Svag støj kan forstyrre arbejdsfunktioner, der kræver koncentration, fx undervisning og kontrolrums arbejde.”*

Forstyrrende lav støj: *“Selv svag støj kan være generende. Støj, herunder støj fra menneskelig aktivitet, kan også være psykisk belastende.”*

6.6.1 Fysiske mén

Kraftig støj kan også medføre ulykker. Det skyldes at støj kan gøre det vanskeligt at høre f.eks. advarselssignaler eller maskinefejl. Dette er et problem, de også har på ISS. Grundet støjen i modulerne, kan det være vanskeligt for astronauterne, at høre de alarmer som bliver udsendt via højtalerne på ISS.

Ifølge WHO (World Health Organization), har folk som opholder sig i et belastet støjmiljø, højere sandsynlighed for at udvikle kognitive funktionsnedsættelser, tinnitus, søvnproblemer og hjerte-kar problemer. Udsættelse for støj menes at aktivere de sympatiske nerve og endokrine systemer, der forårsager ændringer i blodtrykket, hjerterytmen og stresshormonerne.³⁶

Den danske undersøgelse "Diet, cancer and health" med 57.000 deltagende, fandt ud af at deltagere der levede under støjforurening fra trafik, havde større chance for at få slagtilfælde. Bare ved en forhøjning på 10 dB(A) af trafikstøj, så forskerne en 14% større chance for at deltagerne udviklede slagtilfælde, og 27% højere for folk over 64 år.³⁷

Ifølge WHO består iskæmiske hjerte-kar-sygdomme af 12.6% af alle dødstilfælde i verden, og 13,5% af alle dødstilfælde er grundet forhøjet blodtryk. WHO beregner at støjforurening er skyld i 1 million hjerte-kar-sygdoms dødstilfælde hvert år i den vestlige del af Europa. Støj forårsaget hjertekar problemer er derfor et alvorligt problem, og den stress af støjforurening det moderne bymenneske og astronauter går igennem på et dagligt plan kan derfor være direkte skadende for helbredet og langvarigheden af deres liv³⁸

Men det er ikke kun hjerte-kar-sygdomme som er på spil når vi snakker om skadelige støj miljøer. Det er blandt andet også noget mindre farligt som din hørelses sundhed.

Ifølge ISO (International Organization for Standardization) og WHO er vedvarende støj over 80 dB(A) skadende for en persons hørelse. Skaden i disse tilfælde kan være nedsat hørelse eller i nogle tilfælde tinnitus.³⁹ Effekten af støj har også en psykosocial effekt. Støj som irritationsmoment kan resultere i ubehag og dårligt velvære. Derudover kan det interferere ved en persons tanker, følelser eller aktivitet.

³⁶ http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888.pdf - Executive Summary - xiii

³⁷ <https://academic.oup.com/eurheartj/article/32/6/737/497025>

³⁸ http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888.pdf s. 15-34

³⁹ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1637786/pdf/envhper00310-0128.pdf> s.123-125

6.6.2 Psykiske mén

Epidemiologiske undersøgelser har fundet ud af, at irritation over lyd på arbejdspladser typisk finder sted ved støj over 55 db(A). 35-40% af kontorarbejdere føler sig "meget" irriteret over støj mellem 55-60 db(A). Vedvarende støj, fra f.eks ventilatorer, som er en af de primære støjkluder på ISS, viser sig til gengæld at være til mindre irritation, når over 55 dB(A) end førhen nævnte baggrundsstøj.⁴⁰ Reaktionen som stress fra støj, kan manifestere sig selv i diverse symptomer, psykologiske problemer som f.eks. depression, angst og social isolation. Selv om astronauterne på ISS ikke udviser de store negative psykologiske reaktioner af støj fra rumstationen, kan det måske have en u hensigtsmæssig effekt på deres arbejdspræstation.

Ved interview af Jesper Kristiansen (jf. Bilag 2) er der evidens for at støj kan hæmme menneskers kognitive præstationer. Derudover lempning af sociale evner, kommunikationsevne, samt distrahering fra sociale signaler i mellem personer.

Undersøgelser har vist at skolebørns kognitive evner præstere markant dårligere, når udsat for baggrundsstøj af 70 db(A). En universitets undersøgelse af skolebørn som levede omkring München lufthavn, viste at eleverne i de omkringliggende skoler, præstere dårligere læsemæssigt og viste ringere langtidshukommelse. Eleverne præstere bedre efter lufthavnen blev lukket ned.⁴¹

6.6.3 Delkonklusion

Vi har etableret at forhøjede støjniveauer er forbundet med en forhøjet sundhedsrisiko, og det er derfor vigtigt at belyse disse problematikker da astronauterne lever i et særdeles højt støjmiljø hver dag.

I vores eksempler på forhøjede støjniveauer, har de deltagende ofte kunne bevæge sig væk fra støjkluden, idet de blev færdige med deres arbejdsdag eller omvendt tog på arbejde, og derved kom væk fra støjen forbundet med deres bolig. Astronauterne på ISS, har ikke denne frihed, da de er bundet af rumstationen, som holder dem i live. Astronauterne er her udsat for støj 24 timer i døgnet og kan dermed risikere at være mere udsat for mulige fysiske og/eller mentale følgevirkninger.

Grundet manglende kvantificeret data på astronauters velvære mht. støjen i rummet, må vi konkludere at de helbredsmæssige komplikationer der opstår ved støj på jorden også kan have samme biefekt på astronauten i rummet. Det er dermed vigtigt at undersøge mulige løsningsmetoder for støj problematikken, da de helbredsmæssige komplikationer ikke vil være ønsket.

⁴⁰ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1637786/pdf/envhper00310-0128.pdf> s.126

⁴¹ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1637786/pdf/envhper00310-0128.pdf> s.128 - 129

7 Positive effekter af lyd

Vi har i forhenværende beskrevet hvordan "negativ" lyd kan forårsage problematikker og helbredsproblemer, men der er også en anden mere positiv side af lyd. Lyd og musik er blandt andet brugt som redskaber, i terapeutiske sammenhænge, i alt fra koncentrationsdeficiente unge, til tinnitus ramte veteraner. Hvor støj og larm kan skabe stress, kan "positive" lyde hjælpe, med at nedsætte stressniveauet for en person.

Blandt disse lyde har vi harmoniske lyde som bruges i musik, white noise, pink noise eller brown noise.

Idet vores design resulterer i, at astronauten vil opleve en tilstand af tæt på total lydisolering i flere timer af gangen, følte vi det vigtigt at stimulere astronautens lydinput imens brugeren har produktet på. Komplet lydisolation i længere tid af gangen, kan resultere i udviklingen af hyperacusis (lydfølsomhed på grund af manglende stimulans).⁴² En person vil dermed være mere lydfølsom overfor almindelige lyde, efter at vedkommende har taget sine Space-Plugs ud. En måde at undgå dette, er ved at astronauten har lyd eller musik kørende i baggrunden, for derved at sørge for at hjernen bliver stimuleret i en mindre grad, end støjen fra rumstationen ville have gjort. Vi undersøger nedenfor potentielle muligheder for lyde, som astronauten kan afspille, og de effekter som kan skabes af dem.

7.1 Mulige terapeutiske lydmetoder

Menneskers positive reaktion på harmoniske lyde oprinder, ifølge New Journal of Science, helt nede fra hjernestammen. Hjernestammen er en af de tidligste udviklede dele af menneskets hjerne og er hjem til centralnervesystemets, krops regulerende funktioner, såsom åndedræt og puls. Harmoniske lyde kunne således være med til at stimulere en meget basal del af vores nervesystem og derfor muligvis et nødvendigt element for menneskers velvære.⁴³

Harmoniske lydbølger består af flere toner, i form af en grundtone og overtoner, der er i multipla af grundtonen. Disse svinger parallelt med hinanden, og skaber således en harmonisk lyd for det menneskelige øre. Denne effekt er meget brugt i musik.

Musik er brugt som et terapeutisk middel, for mange forskellige mennesker og i mange forskellige aldre. Musik er en kraftig auditorisk simulant, som kan være et billigt alternativ til andre former for behandling.⁴⁴

Mennesker, som er under et musik terapeutisk program, har vist nedsatte niveauer af stress, bedre evne til følelsesmæssig udtrykkelse, forhøjet motivation og et generelt bedre humør.⁴⁵

Kliniske tests har også vist en bedre evne til at falde i søvn, samt blodtryksnedsættelse hos mennesker udsat for musik.⁴⁶

⁴² <https://www.webmd.com/brain/sound-sensitivity-hyperacusis>

⁴³ <https://ing.dk/artikel/harmoni-giver-genklang-i-hjernen-109399>

⁴⁴ Audun Myskja (2005) Musik som medicin. Borgen s.168-170

⁴⁵ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3117413/>

⁴⁶ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19456998/>

En grund til disse positive reaktioner, hos folk som lytter til musik, er udløsningen af dopamin, som er et kemisk signalstof der bliver udløst i hjernen som en del af hjernens belønningssystem.^{47 48}

I modsætning til harmoniske lydes parallelle grundtoner og overtoner, består White Noise af en kombination af alle frekvenser, eller tonelejer, indenfor 20 Hz til 20.000 Hz. Disse afspilles i samme lydniveau. Dette vil sige, at alle de lydfrekvenser som et menneske kan høre, vil være inkluderet i denne artificielle sammensatte lyd.

White Noises brug af alle frekvenser, gør denne til en effektiv metode til maskering af anden uønsket lyd. Når impulsstøj opstår i en bestemt frekvens, vil White Noise have den samme frekvens inkluderet, men konstant, sammen med 20.000 andre frekvenser.

Det er denne forvirring i hjernen som opstår under white noise, der hjælper til at maskere larm, da hjernen ikke har kapacitet til at analysere mere en ca. 20.000 forskellige lyde. Denne konstante stimulans vil derfor resultere i at hjernen går ind i en "ikke stimuleret" status, som kan hjælpe med at nedsætte stressniveauet.⁴⁹

Resultaterne af de kognitive effekter af White Noise er splittet, og står egentligt uden et helt konkret svar for om effekten er positivt eller negativt.

Tests af børn og unge har vist at White Noise, kan hjælpe på hukommelsen og koncentrationen af børn, der lider af opmærksomheds forstyrrelser, men derimod forværre præstationen af børn med normal koncentrationsevne.⁵⁰

Nye konklusioner af test om White Noise, har indikeret at det ligefrem kan skade hørelsen, da stimuleringen fra White Noise, er med til at ændre de neurale forbindelser i vores auditoriske center.⁵¹

Brown Noise og Pink Noise, kan lyde som White Noise. Men i modsætning til White Noise, har de 2 andre en dybere mere "bas" fyldig lyd. Dette er på grund af den måde menneskets hjerne analyserer lyd på. Selv når alle frekvenserne deler samme decibel, vil hjernen stadig prioritere de "lydere" toner, og derved give White Noise, en højfrekvent lyd. Dette har forskere taget højde for, og derfor udledt en mere "balanceret" lyd, med Pink Noise og Brown Noise.

Pink Noise er på samme måde som White Noise, en kombination af frekvenser i 20 Hz til 20.000 Hz zonen, men med lydstyrke fald på 3 dB pr. oktav, frekvensen stiger. Dette får den opfattede lyd til at virke mere neutralt, i mellem bas og diskant.

Brown Noise bygger videre på dette koncept, og formindsker lydstyrken med 6 dB pr. oktav, jo højere frekvensen er. Derfor bliver de høje frekvenser overdøvet, og lyden får en dyb klang der lyder som et vandfald.

Brown Noise og Pink Noise bliver ofte brugt til behandling og overdækning af tinnitus, da de er et mere behageligt alternativ til White Noise.

I modsætning til konstant White Noises mulige negative indvirkninger, har en ny undersøgelse med Pink Noise, fået overraskende positive resultater. Journalen "Frontiers in Human Neuroscience" udgav en ny undersøgelse hvor 13 personer over 60 år, skulle høre på korte sekvenser af Pink Noise i mens de sov, og dagen efter udføre hukommelsestests.

⁴⁷ <https://edition.cnn.com/2012/05/26/health/mental-health/music-brain-science>

⁴⁸ <https://www.ashford.edu/online-degrees/student-lifestyle/how-does-music-affect-your-brain>

⁴⁹ <https://www.psychologytoday.com/intl/blog/memory-medic/201706/does-white-noise-help-you-learn-0>

⁵⁰ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4630540/>

⁵¹ <https://jamanetwork.com/journals/jamaotolaryngology/article-abstract/2697852>

Resultaterne af disse test viste, at dem som havde lyttet til Pink Noise sekvenserne i mens de sov, udførte hukommelsestest markant bedre end når de havde sovet uden Pink Noise. Dertil kommer en forbedring af test subjekternes REM søvn.^{52 53}

Dette er et felt som kræver mere analyse og forskning, og det er derfor svært at sige om White Noise, Pink Noise og Brown Noise vil gøre mere gavn end skade, for en person med støjbelastning i sit miljø.

7.1.1 Active Noise Cancellation

Active Noise Cancellation (ANC) fungerer i modsætning til white,- pink- og brown noise ikke som en psykologisk metode til at reducere støj irritation, men derimod som en metode til rent fysisk at stoppe støjen.

I et ANC system, vil lydbølgerne opstået af støjen blive opfanget af en mikrofon. Denne mikrofon vil derefter analysere lydens input og producere lyd med samme frekvens og amplitude i dens bølglængde, men spejlvendt af støjen. Dette er kaldet en 'anti-lyd'. Derved vil de to lydbølger støde sammen og danne fælles lydbølge kaldet en destruktiv interferens. Dette sker igennem en signal processer i produktet, som har kapaciteten til at analysere udefra kommende lydinputs og danne et modsat signal som bliver afspillet i samme decibel niveau.

Dette bliver oftest gjort gennem høretelefoner, da det er nemmere at genere lyde som kan overdøve den omgivende støj, hvis den modsvarende lydkilde er tættere på øret. ANC produkter er derfor kun så effektive som deres evne til at producere denne modsvarende anti-lyd, i samme lydniveau som den omgivende støj.⁵⁴

7.2 Delkonklusion

I lys af de negative konsekvenser ved at begå sig i et støjmiljø, kan det være vigtigt at kæmpe imod dette. De positive effekter af lyd som vi har belyst, kan eventuelt bruges til at bekæmpe de negative stress effekter af støj, og vi vil derfor tage højde for deres positive muligheder i designprocessen af vores produkt.

Hvad enten det er ANC for støjreducering, eller en white noise type for stimulering af lyd-receptorerne i det lydisoleret øre, mener vi det ville det være en god ide at inkorporere i vores design.

⁵² <http://time.com/4694555/pink-noise-deep-sleep-improve-memory/>

⁵³ <https://health.clevelandclinic.org/why-pink-noise-might-just-help-you-get-a-better-nights-sleep/>

⁵⁴ <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/audio-music/noise-canceling-headphone3.htm>

8 Støj absorberenter

For at vi fordelagtigt kan finde frem til den bedste løsning for støjisolering ombord på ISS, har vi brug for at vide noget om mulige støjabsorberende materialer, og deres egenskaber. Der har de senere år kommet større og større fokus på støj i omgivelserne, hvilket har resulteret i stor innovation inden for dette felt af materiale forskning. Der er dog visse kriterier for materialer ombord på ISS, da det kan have særdeles alvorlige konsekvenser, i form af brand og andre uheldige sideeffekter, hvis disse kriterier ikke overholdes stramt.

Der findes grundlæggende 3 forskellige typer støj absorberenter:

Porøse-, membrane- og resonans absorberenter.^{55 56} Disse tre absorberenter bruges ofte til at forbedre rumakustikken i et givent rum. Typisk er en kombination af to absorberenter værd at foretrække, for at opnå god rumakustik i huse eller andre indelukkede konstruktioner.

8.1 Porøse materialer

Et materiale defineres som porøst, hvis en given lydbølge kan bevæge sig ind i materialet når bølgen rammer dets overflade.^{57 58} Derefter vil en del af lyd energien blive omdannet til termisk energi, og hermed har materialet absorberet en vis del af lyd energien.

Porøse materialer er ikke gode til at absorbere frekvenser fra baslyde.

Mineraluld, tekstiler, tøj, gardiner, tæpper og diverse skumplast er alle eksempler på porøse materialer.

8.2 Membrane materialer

Membrane absorberenter er materialer som glas, træ og gips. I disse absorberenter sker der en transformering af lyd energi til kinetisk energi. Dette vil sige at hvis en lyd energi, rammer en glasflade, vil glasset blive sat i bevægelse og hermed står det og dirrer.

Det er især de lave frekvenser, dvs. bas lyde, der bliver absorberet, mens de høje frekvenser vil blive reflekteret tilbage i rummet.

Absorberingsevnen for nævnte materialer, er typisk ikke højere end 15-20 procent.

Samtidigt kan denne absorberent effekt ofte være til større gene, da denne har en diskant "tromme-klang" og kan hermed være støj provokerende.

⁵⁵<https://www.troldtekt.dk/Produktegenskaber/God-akustik/Akustik-for-viderekommende/Forskellige-absorbenttyper>

⁵⁶http://denstoredanske.dk/It_teknik_og_naturvidenskab/Teknik/Bygningsakustik/lydabsorberende_materialer

⁵⁷<https://www.troldtekt.dk/Produktegenskaber/God-akustik/Akustik-for-viderekommende/Forskellige-absorbenttyper>

⁵⁸http://denstoredanske.dk/It_teknik_og_naturvidenskab/Teknik/Bygningsakustik/lydabsorberende_materialer

8.3 Resonans materialer

Den sidste absorbent type er resonans. Resonans absorbering fungerer sådan, at et materiale bliver påvirket med en frekvens, der svarer til materiales egenfrekvens. Derved bliver lyd energien omsat til kinetisk energi, dvs. bevægelsesenergi. Typisk vil materialer kun absorbere lyd, der svarer til frekvensen af materialets egenfrekvens, og disse er derfor ikke at foretrække på rumstationen ISS. Eksempler på materialer af resonans typen er perforerede gipsplader, perforerede metal trapezplader og metalkassetter.⁵⁹

8.4 Aktiv støj absorbering

Aktiv støjabsorbering er en metode der opnås, ved aktivt at kreere en supplerende lydbølge, specifikt designet til at modarbejde den første. F.eks. er ANC en ide for aktivt at udbedre støj i et miljø, ved at udsende en lige så stærk, men modsatgående, lydbølge frekvens.

8.5 Passiv støj absorbering

Ved passiv støjisolering forstås et materialets evne til at blokere lyd fra miljø, altså dets lyd resonans niveau. Dertil kan det også forstås ved et sæt øreproppers evne til at blokere lyd, ved disses indsættelse i øret.

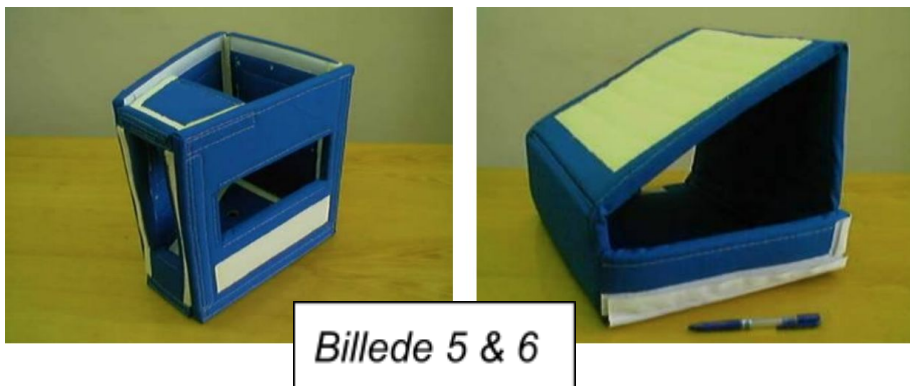
⁵⁹<https://www.troldtekt.dk/Produktegenskaber/God-akustik/Akustik-for-viderekommende/Forskellige-absorbenttyper>

9 Tidligere tiltag på ISS

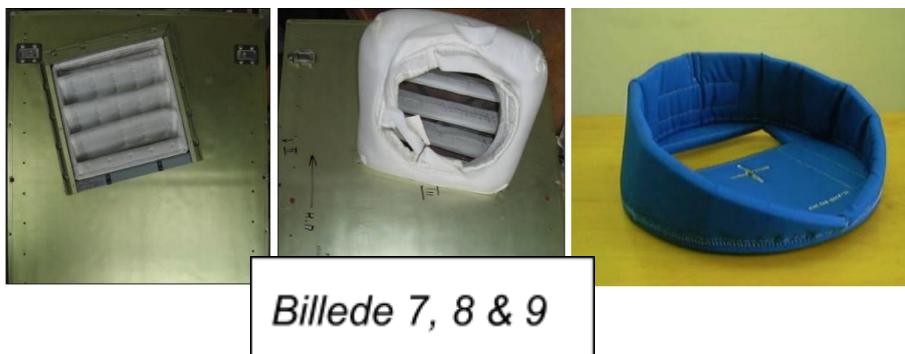
Støj problematikken på ISS har været til stede siden ankomsten af astronauter til rumstationen. Flere målings og analyse projekter, har hen over årene, arbejdet på at reducere støjniveauet på ISS. Henblik med at lydisolere ISS, har ofte været med fokus på ventilatorerne i modulerne. Vibrationer fra blæserne i ventilationssystemet, radierer lyd ud og luftmolekylerne der bliver sendt ud gnider mod hinanden og rammer diverse overflader hvilket også er med til at generere støj. Dette ser vi i service modulet, hvor samtlige af astronauterne sover og bruger deres fritid, hvor der er udstyret 40 ventilatorer, som er en stor faktor i forbindelse med det forhøjede støjniveau.

Et eksempel på dette, ser vi i en støjmåling af en Kayuta (søvn station) i service modulet på ISS, hvor støjniveauet viste sig at være helt oppe 66 db. Dette var langt over de 50 db NASA ønsker at holde sig under, i astronauternes sovemiljø.

Der blev gjort tiltag for at reducere dette, ved at montere mobile vibrationsisolerende / porøse materialer der kunne sættes ovenpå de eksisterende ventilationssystemer.⁶⁰



(Akustisk isolationsmateriale til brug for de luft sugende ventilatorer.)



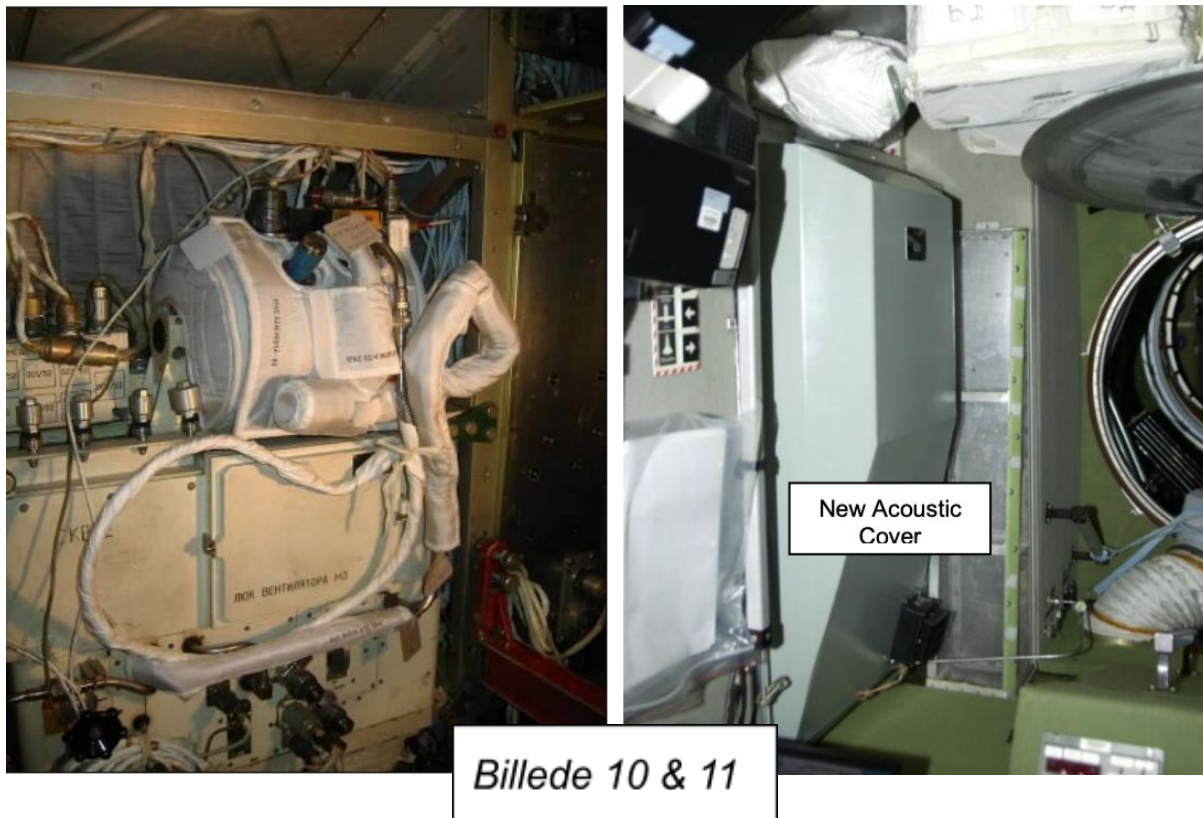
(Akustisk isolationsmateriale til brug for de luft udledende ventilatorer)

⁶⁰ <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20100039608.pdf> - Side. 7-9

Udover den fysiske installation af lydabsorberende materialer, blev der også installeret en kontrolenhed, så astronauterne kunne styre rounds per minute (RPM) som niveauet blæseren skulle være på.

Efter tiltagende så man generel reducere af lyd niveauet på 14dB i søvn stationen. Efterfølgende lå støjniveauet imellem 51 dB-56 dB, hvilket er tættere på det ønskede lyd niveau på 50 dB, i søvn stationerne.

Udover ventilatorerne fandt undersøgelsen også et aircondition systemet, som genererede meget støj i service modulet. Støjen fra aircondition systemet var genereret af et væske rør, en kompressor, og centrifugalventilatorer. For at lydisolere disse, blev der opsat lydisoleringsmateriale om væske røret og kompressoren, samt et akustik isolerende panel af resonant materiale over systemet. Tiltagende reducerede det genererede lyd niveau fra airconditions systemet, med 5 dB.



(Til venstre: Akustisk isolationsmateriale til airconditions væskerør og kompressor.)

(Til højre: Det akustisk isolerende panel der blev sat uden på aircondition systemet.)

Udover fysisk isolering af systemerne, blev der også designet en nyere "stille" ventilator som skulle installeres på ISS. Denne nye ventilator skulle erstatte 12 af de 40 ventilatorer. De oprindelige ventilatorer var designet til at køre med en høj RPM, med flade vinger som ikke var designet aerodynamisk.

Den nye type ventilator, skulle virke igennem designet af en mere stille motor, samt mere aerodynamisk design af selve vingerne. Således kunne disse nye ventilatorer, køre med lavere RPM, og samtidigt yde en større effekt på luftstrømmen.⁶¹

⁶¹ <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20100039608.pdf> - Side. 11-12

Vingerne blev designet mere aerodynamiske, ved hjælp af varierende tykkelse og bøjninger langs vingen.

Fan type	Original Fan	Quiet Fan
Pressure Rise, mm H ₂ O	4	4
Flow Rate, Q, l/s	47.0	83.4
Current Draw, mA	470	470
Rotation speed, rpm	3120	2010
Isolated noise levels, dBA	61-64	48

Label 2

(Skema af gamle ventilator vs nye ventilator)

Mange af de tiltag vi har kigget på i forbindelse med støj reduceringen på ISS, har været med henblik på akustisk isolation af de larmende apparater og opdatering af nyt udstyr.

Indsatsen har båret frugt, eftersom astronauterne på ISS i dag ikke længere behøver at benytte høreværn i løbet af en normal arbejdsdag.

Den gnidningsmodstand der opstår, ved luftmolekylernes gnidning mod hinanden og deres omgivelser, er meget omfattende at forsøge udbedre på ISS. Alle ventilationskanaler og overflader skulle således redesignes, for således at opnå den maksimale støj-reduktion, hvilket ville være en kæmpe operation.

Det gennemsnitlige støjniveau på ISS ligger nu på 70 decibel i de fleste moduler. Dette støjniveau er meget svært at bringe længere ned uden en restrukturering af hele rumstationen.

Da det er vores intention at forbedre støjproblematikken for astronauterne, tænker vi det ville være bedst gjort, ved at kigge på hvorledes vi kan "skærme" astronauterne bedst muligt for støjen.

Forskellige tilgange til problemstillingen mener vi grundlæggende kan placeres, i en eller flere af følgende 4 kategorier:

Opdatering af fysisk udstyr, med andre versioner der støjer mindre

Den helt store opdatering ville selvfølgelig være en helt ny rumstation. Mindre kan dog også gøre det. Hver gang nyt udstyr installeres på ISS bliver der taget stilling til hvor meget støj det producerer. Et eksempel på sådan en opdatering kunne være de førnævnte "quiet fans".

Installering af forskellige lydbølge absorberende materialer på ISS

Det er meget dyrt at sende nye komponenter op til ISS. Dertil kommer der en masse restriktioner for hvilke materialer man må sende op, med henblik på brandfarlighed og statisk

elektricitet.⁶² Det skal her tilføjes at denne metode allerede er prøvet implementeret, dog ikke med den samlede effekt man ønskede.

Afgrænsede områder såsom sovekabiner

Dette er en allerede implementeret funktion på ISS. Astronauterne sover i de såkaldte Kayuta (søvn station), som er en polstret sovekabine der kan lukkes af, og dermed skærmer for støjen. De er lokaliseret i Service Modulet og Node 2 Modulet.

Høreværn eller lignende kontrol at øregangene

Høreværn blev brugt i de tidlige dage på ISS, men blev afskaffet efter rumstationen fik opdateret sin akustiske isoleringen af komponenterne. De store høreværn var til generel gene for astronauterne og ikke særligt behagelige at have på flere timer af gangen.

9.1 Delkonklusion

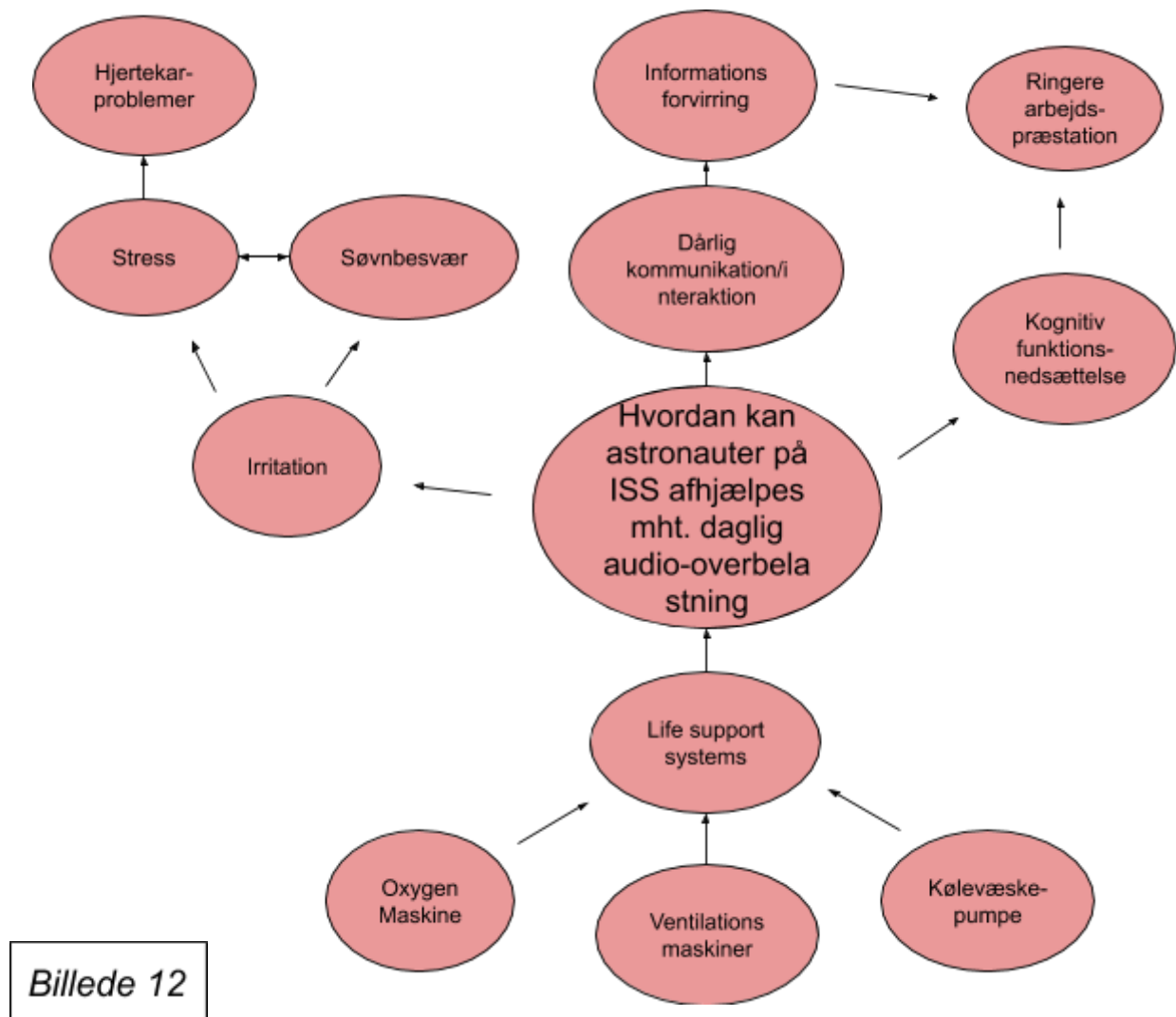
Projektets længde, størrelse og økonomiske budget taget i betragtning, har vi i gruppen valgt at fokusere på "kontrol af øregangene", da det er indenfor denne kategori, vi føler vi kan få mest effekt ud af vores indsats. Den ultimative løsning på problemstillingen mener vi ligger på længere sigt, i omstrukturering og opdatering af rumstationen. Samtidig vurderer vi, at den største her og nu effekt, er at hente i den 4. kategori.

Det nye i vores tilgang er ikke brugen af høreværn, som enkelt produkt, men kombinationen af tillukkede øregange, kommunikation, alarmer og underholdning i et og samme produkt. Alle disse teknologier findes allerede på ISS, men i adskilte systemer. Vores vision er at bringe dem sammen i et elegant, simpelt, brugervenligt, rum venligt og slidstærkt design.

⁶² https://www.nasa.gov/audience/foreducators/k-4/features/F_Fire_Prevention_in_Space.html

10 Coloured Cognitive Map - CCM

Vi har i den skrevne rapport proces, udviklet et CCM kort for at udvide vores forståelse af problemstillingen. CCM oversigten har hjulpet os til dybere forståelse af, hvilke årsager og konsekvenser, der er forbundet med vores overordnede problem. Med dette for øje, har vi været i stand til at kortlægge og undersøge relevante informationskilder, for bedre dybde og problem søgen. Vores udvikling af et CCM kort, har løbende været i udarbejdelse sammen med vores brainstorm, og derfor er de to teknikker tæt forbundet i vores rapport.



Billede 12

10.1 Delkonklusion

Med udgangspunkt i vores kildesøgning, fandt vi frem til at støjen ombord på ISS, primært forårsages af ECLSS, hvilket består af den livsnødvendige maskin pakke der holder astronauterne i live i rummet. Dertil har vi konkluderet at selve de livsbevarende systemer, tror vi ikke vi kan øve den store indflydelse på, da de er et nødvendigt onde, for at kunne

foretage menneskelig udførte eksperimenter i rummet. Vi satte os derfor som mål at beskytte astronauterne fra den belastende støj der kommer som konsekvens.

11 Designprocess for produkt

Allerede fra første dag fandt vi frem til flere brugbare ideer vi ville undersøge. Derved kunne vi udelukke flere tiltag og tilføje andre. Vi har via brainstorms metoden, kommet frem til flere forskellige løsningsforslag. I sidste ende har vores iterationer gjort, at vi har designet et kommunikationsredskab med støjreducerende funktioner.

Processen for vores design har været under udvikling igennem hele rapportskrivningen, og vi har ændret på vores vision for produktet, alt efter hvad vi lærte, gennem vores informationssøgen. Vi gjorde os tanker om hvad der ikke ville fungere, ved det igangværende koncept, og hvordan vi eventuelt kunne ændre iterationerne.

Det endelige produkt er forblevet det samme koncept, med en mobil metode til isolering af støj udefra, i form af et headset eller formstøbte høretelefoner, som vi startede med. De ekstra funktioner, såsom pulsmåler, mikrofon og måden de er inkorporeret i produktet, har været igennem mange ændringer.

Vores designs grundlag i startfasen, har været meget præget af information vedrørende rumstationen ISS's planlagte nedlukning.

Vores ønske er at udarbejde et løsningsforslag til et produkt, der kan håndtere støj problematikken på ISS og astronauters kommunikation. Via vores forarbejde, har vi kunne finde at årsagerne til støjproblemet stammer fra diverse ECLSS. Omstrukturering af rumstationen og maskinerne indenfor, føler vi ligger uden for vores indflydelsesområde. Derfor har vi valgt at fokusere vores løsning mod et eksternt mobilt løsningsforslag.

11.1 Brainstorm

Vi har brainstormet internt i gruppen, over flere omgange, om mulige løsninger til vores overordnede problemstillingen. Vi fokuserede først og fremmest på problemstillingen "Støj på ISS" og derefter på alle de underliggende problemer det forårsager (se også CCM kort). De underliggende problemer satte vi derefter op som fokuspunkter, som vores produkt i sidste ende, skulle kunne løse.

I vores process valgte vi ved en lejlighed, at dele vores gruppe op i 2 og 2. Intentionen var at bedre kunne sparre med hinanden, og om muligt komme frem til vidt forskellige løsnings ideer og indgangsvinkler.

Gruppens arbejde har ført til mange løsningsideer. Disse har vist sig enten at være korttids-sigtet, hvilket skaber problemer på længere sigt, kontra andre ideer der repræsenterer mere langtidssigtet planlægning. Sidstnævnte kræver store strukturelle ændringer på ISS. Begge kategorier har sine fordele og ulemper ved implementering. Vi vil i det følgende beskrive disse to kategorier hver for sig.

11.1.1 Løsningsideer

1. **Høreværn:** Høreværn, hvad enten de sidder i øret eller uden på øret, "isolerer" trommehinderne fra udefrakommende lydbølger.
2. **Høretelefoner:** Høretelefoner, hvad enten de sidder i øret eller uden på øret, "isolerer" trommehinderne fra udefrakommende lydbølger. Tilsluttes der en mikrofon til høretelefonerne kan designet samtidig fungere som et kommunikationsværktøj.
3. **Anlæg:** Under denne ide snakkede vi os ind på, hvorvidt det kunne være muligt at opsætte musikanlæg i hvert modul, med Brown-, Pink- og/eller White Noise output, auto-justeret til hvert enkelt modul.
4. **Harmonisk lyde:** Ideen er med henblik på et tilføjnings system, der f.eks. kunne operere på ovenfor nævnte anlæg.
5. **White noise teknologi:** Vi undersøgte denne teknologi, eftersom vi vidste at White Noise kan hjælpe folk til at slappe af i støjfyldte miljøer. Vi tænkte at kunstigt skabt, og konstant White Noise muligvis kunne være mere afslappende for astronauterne at lytte til, end den mere uregelmæssige støj på ISS.
6. **Brown noise teknologi:** Vi kom frem med denne ide, som en mulig alternativ til White Noise teknologi. Vi vidste ikke umiddelbart om denne ide kunne være nyttig til vores designløsning, dog tilføjede vi ideen som muligt emne for undersøgelse. Frekvensen skulle være dybere end andre noise teknologier og derfor mere behagelig at lytte til, over længere perioder.

7. **Pink Noise Teknologi:** Ideen udsprang af, at vi havde en i gruppen der havde hørt om denne teknologiske terapeutiske metode brug ved "behandling" af tinnitus. Vi luftede ideen om hvorvidt, dette kunne være med til at udbedre støj problemerne for astronauterne.
8. **Noise cancellation (destruktiv interferens):** Vi kom i tanker om vores fysikundervisning fra gymnasiet, der bla. omhandlede destruktiv interferens. Dette omhandler hvorledes lydbølger kan "forstærke" eller "formindske" hinanden. Denne viden kan således udnyttes til at skabe teknologier, der enten forstærker eller formindsker en lydbølge, med en anden.
9. **Rummoduler med tilføjet "skum":** Hvorvidt det er muligt at sprøjte lydabsorberende skum ind i modul væggene, eller eventuel gøre det som overfladebehandling af væggene.
10. **Sovekabiner:** Vi havde set på video at astronauterne sover i små aflukkede sovekabiner, og vi fik den tanke at disse kunne laves i ekstra lydabsorberende materialer.
11. **Lydbølge absorberende materialer:** Samme tanke som med sovekabinerne, blot tiltænkt en så stor overflade som muligt.
12. **"Gardiner":** Gardiner af passende lydbølge absorberende materialer kunne hænges op. Vi forestiller os noget i stil med de "plastik gardiner" der hang i gamle dage, som aflukke ud til supermarkedets baglokale.
13. **3D printede overflader der "efterligner" et porøst materiale:** Mange små overflader ville kunne dækkes med 3D printede overflader, der er designede således at de absorberer lydbølger bedst muligt.
Ved konstruktion af en ny rumstation, kunne et sådant design bruges til selve konstruktionen af overfladerne indvendigt. Dette kunne spare vægt og nedsætte lydbølge refleksionen fra disse overflader.

11.1.2 Ideer vi har valgt at kassere:

1. **Høreværn:** Denne løsning har tidligere været afprøvet på rumstationen. Løsningen skabte komplikationer ved mangel på kommunikation astronauterne imellem, og til kommandocentralen. Dertil var der også feedback fra astronauter om ubehag, ved brug i længere tidsperioder.
2. **Anlæg:** Ideen om forskellige anlæg placeret rundt omkring på ISS, blev kasseret da vi indså at teknologien, omhandlende destruktiv interferens, ikke er langt nok fremme endnu mht. brugbarhed i forbindelse med dette projekt.

3. **Harmonisk-lydbølge anlæg system:** Ideen om et lydanlæg med eventuelt brug af harmonisk lyd eller Noise Sounds, blev også fjernet efter anlægs ideen blev fjernet.
4. **Rummoduler med tilføjet "skum":** Alle materialer på ISS skal holde sig inden for en antændeligheds grænse. Dette gør at vores "skum"-ide ikke er brugbar i dette øjemed. Dertil har vi også kunne konkludere at "skum"-mængden vil være for meget i forhold til reducerings evnen det giver.
5. **Sovekabiner:** Ideen omkring sovekabiner er allerede implementeret ombord på ISS.
6. **Moduler med absorberende materialer:** Vi tænkte det ville være for stor en undtagelse og operation at at restrukturere hele moduler med absorberende materialer.
7. **Gardiner:** Vi tænker at "frithængende" gardiner uden tyngdekraft, ville blive til gene for astronauter, når de selv skulle bevæge sig rundt. Disse gardiner kunne hurtigt blive en forhindring.
8. **3D printede overflader:** Ville igen være for stor en operation.

11.1.3 Ideer vi vil gå videre med

1. **Hovedtelefoner:** Hovedtelefoner med 3,5mm minijack stik, findes i rigtig mange forskellige designs. En tilkoblings mulighed, i form af et 3,5mm minijack hun stik indbygget i vores design, vil gøre det muligt for brugeren at opdatere og udbedre sit valg af hovedtelefoner.

I de senere år har der dukket en del hovedtelefon design op på markedet, med indbygget bluetooth teknologi, samt andre tillægs teknologier. Se nedenstående punkt 4 og 5 om White-, Brown- og Pink Noise teknologiernes muligheder.

2. **Høretelefoner:** Disse kender vi i hverdagen, fra vores forskellige produkter, såsom apples hvide høretelefoner.
3. **Formstøbte høretelefoner:** Høretelefoner special fremstillet til brugeren, med henblik på optimal tilpasning til øregangen.
4. **Noise teknologi:** Muligheden for at inkorporere diverse Noise teknologier, i kombination med en hovedtelefon designløsning, ville være et oplagt valg for yderligere at maskere uønsket støj.
5. **Aktiv Noise Cancellation:** Vi foretog et uformelt opkald til Bang & Olufsen⁶³, da de har inkluderet ANC i et af virksomhedens hovedtelefon produkter, kaldet Beoplay E4.
⁶⁴ Vi lærte at denne teknologi er i stand til at dæmpe miljø støj, med cirka 15 decibel.

⁶³ Uformelt opringning til B&O d. 11/12/2018 til tlf: 3311 1415

⁶⁴ <https://www.bang-olufsen.com/da/earphones/beoplay-e4>

Denne feature, indbygget i en færdigt hovedtelefon, ville vi også gøre brug af, i kombination med vores produkt.

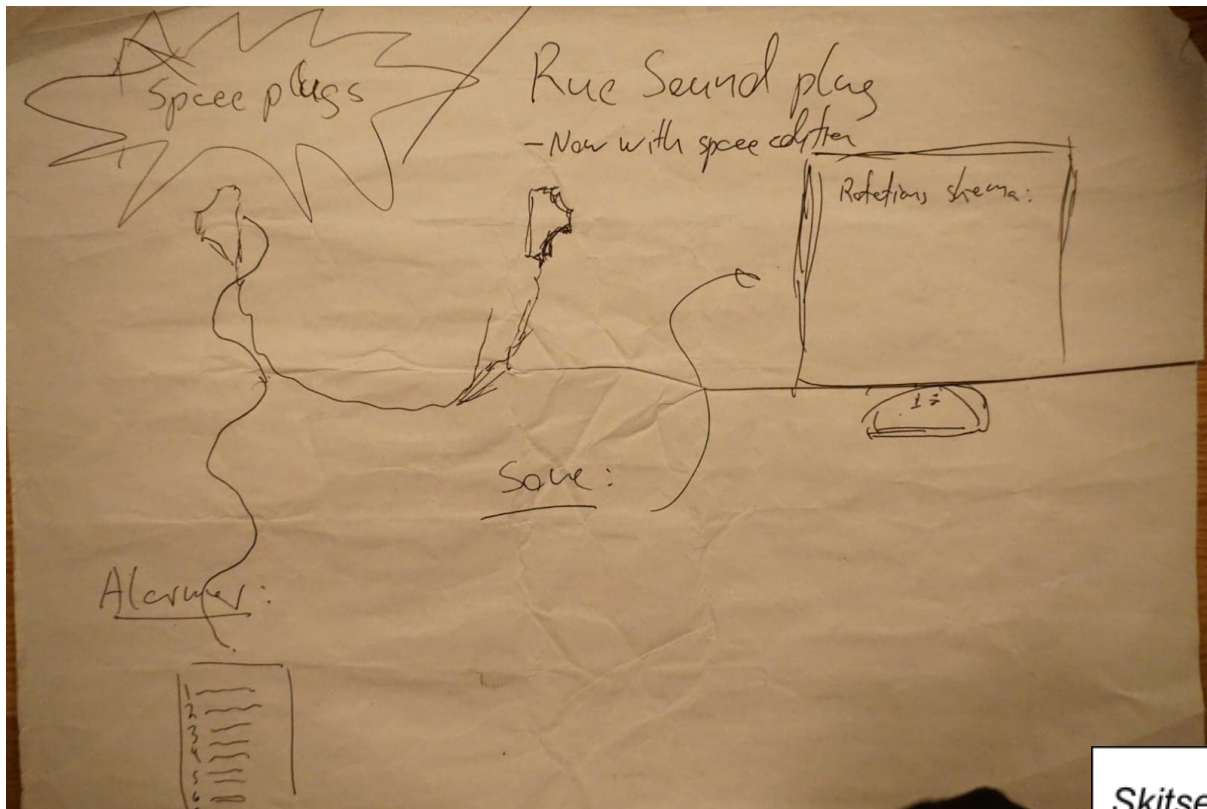
11.1.4 Delkonklusion

I vores brainstorm kom vi frem til mange løsningsideer, der potentiel kunne løse støj problemet. I næste fase foretog vi fravalg, ved at gå tilbage og se på vores problemstilling og empiri, en gang til. Vi ønsker at se på forskellige interessante synergieffekter, ved kombination af flere af disse ideer, til et samlet produkt.

De ideer vi har tilbage, mener vi har de bedste forudsætninger for at kunne reducere støj problemet, for astronauterne på ISS.

11.2 Iterations Process

Nedenfor er en billedserie med beskrivelse der belyser iterationerne i vores design proces, hen over de sidste 3 måneder.



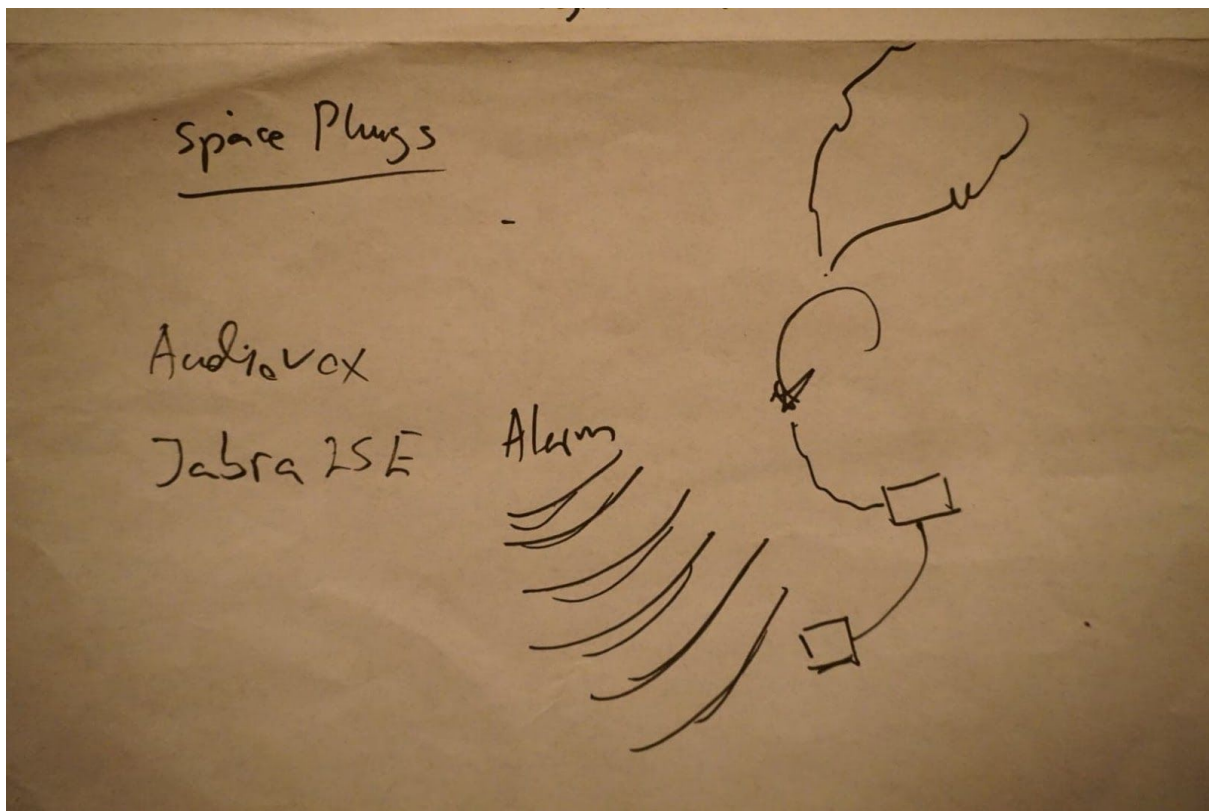
Skitse 1

1. Iteration

Ved 1. iteration blev det etableret at den lydisolerende del af vores produkt, skulle bestå af en form for formstøbte headsets. Dette headset skulle være formet ud fra den enkelte brugers ørekanal, med en forbindende ledning mellem. Denne ledning skulle også sørge for at de formstøbte høretelefoner var monteret sammen, og derved ikke kunne flyve fra hinanden. Vi havde forestillet os at lave denne ledning ud fra et metallisk materiale, for at sørge for ledningen var mindre mobilt, og ikke bandt knude på sig selv.

I dette design var der kun tænkt på den lydisolerende funktion, og derfor var det ikke tilsluttet noget kommunikationssystem.

De formstøbte høretelefoner skulle være markeret med henholdsvis "L" og "R" på venstre og højre side, for at markere hvilket øre den enkelte formstøbning passer i.



Skitse 2

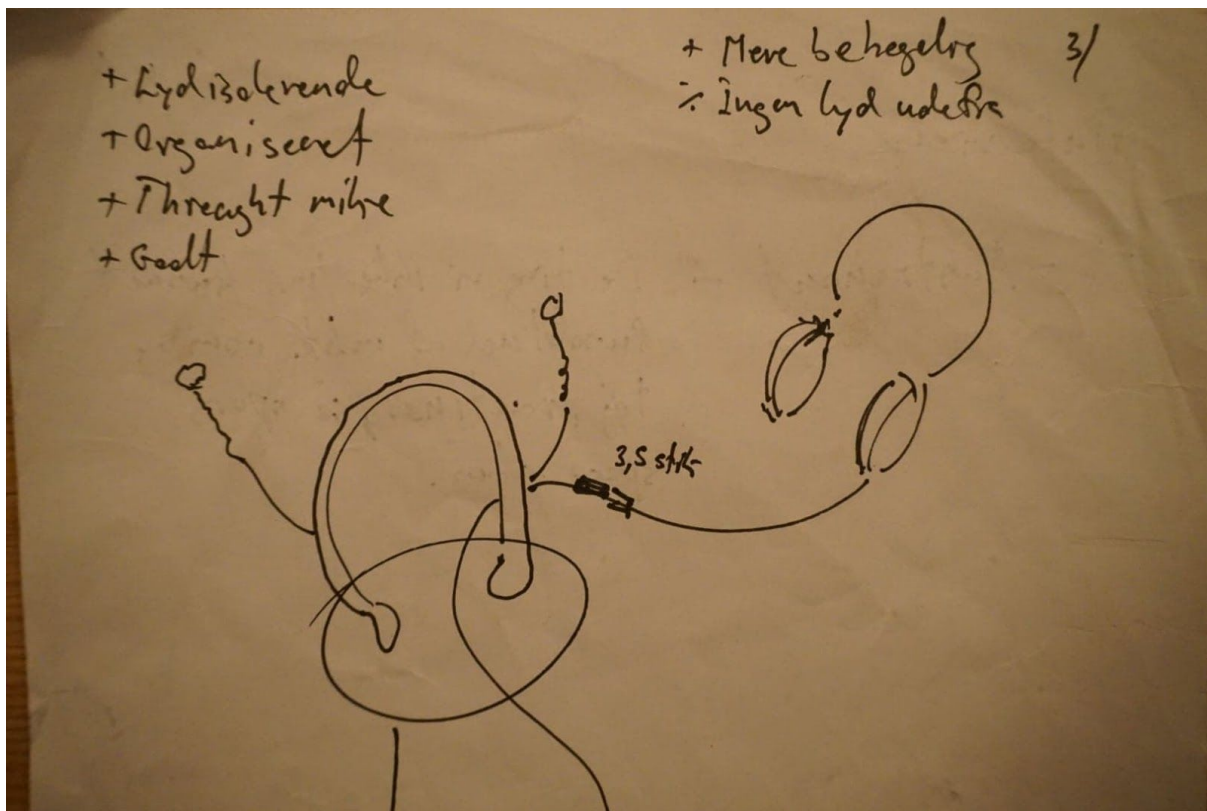
2. Iteration

Gruppens anden iterations førte til at produktets "samlings" kæde, ændrede form til metal bøjle, og dermed blev mere fast i sin form. En fritsvævende kæde kunne potentielt forårsage unødvendigt irritation for astronauter, især i vægtløs tilstand.

Da vi havde i sinde at blokere astronauternes øregange for lyd, vidste vi at vi var nødsaget til at tilføje en anden kommunikationsvej. Derfor tilføjede vi mikrofon i vores design. Da vi nu var klar over at mikrofonen ville kunne øge kommunikationsmulighederne, tænkte vi at det kunne være interessant at inkludere et bluetooth system så astronauterne imellem kunne kommunikere internt med hinanden uden brug for radio. Dertil kommer muligheden for kommunikation med kommandocentralen på Jorden igennem det allerede etablerede kommunikationssystem, uanset hvor på ISS astronauterne befandt sig.

Vi fandt også frem til at vi gerne ville tilføje et alarmsystem i vores design, da fuld blokering af øregangene, muligvis ville gøre astronauterne ude af stand til at høre diverse alarmer fra ISS. Dette førte til en tilføjelse af en alarm enhed som kan tilsidesætte og dermed overdøve diverse samtaler astronauten måtte have gang i.

Således endte denne iteration med tilføjelser i form af en fast bøjle, i stedet for kæde, et mikrofonsystem, bluetooth, modtager- og afsender-system samt et alarm system. Vores designløsning efter denne iteration endte med et visuelt koncept i form af et callcenter headset.



Skitse 3

3. Iteration

Fra vores tidligere iteration kom vi frem til at det visuelle udtryk af designet, ikke gav en længsel efter at eje eller bære dette produkt. Vi mente at i praksis ville det blive ubehageligt at gå rundt med et headset over hovedet i flere måneder af gangen. Dette førte til at vi søgte efter muligt inspiration til hvordan vi kunne løse dette. Vi snakkede om hvorvidt vores produkt om muligt, burde indsættes i astronauternes tøj. Dette fandt vi dog upraktisk, da alt tøj til astronauterne fremover så skulle special sys med dette produkt inkorporeret.

Vores søgen efter design førte til et eksisterende svensk firma ved navn Neckmike⁶⁵, som har lavet et kommunikationsprodukt der sidder rundt om nakken. Dette gjorde det uden at klemme hårdt eller sidder løst. Dette design prøvede vi at efterligne ved at 3D printe en prototype. Vi fandt ud af at man hurtig glemte at man bar denne nakkebøjle og var behagelig at have på.

Vi kom også frem til at vi i den ene af nakkebøjlen ved struben kunne montere vores mikrofon. Således ville den være placeret godt mht. til at opfange brugerens tale lyd via vibrationerne igennem "halsvæggen".

I denne iteration overvejede vi også hvorvidt vi skulle fortsætte med de formstøbte ørepropper, eller om hele øret burde dækkes. Dertil konkluderede vi at den bedste løsning ville være at bibeholde de formstøbte ørepropper men samtidigt at tilføje et 3,5 mm jackstik input med mulighed for tilføjelse af høreboffer for bedre individuel bruger tilpasning.

⁶⁵ <http://www.neckmike.com>

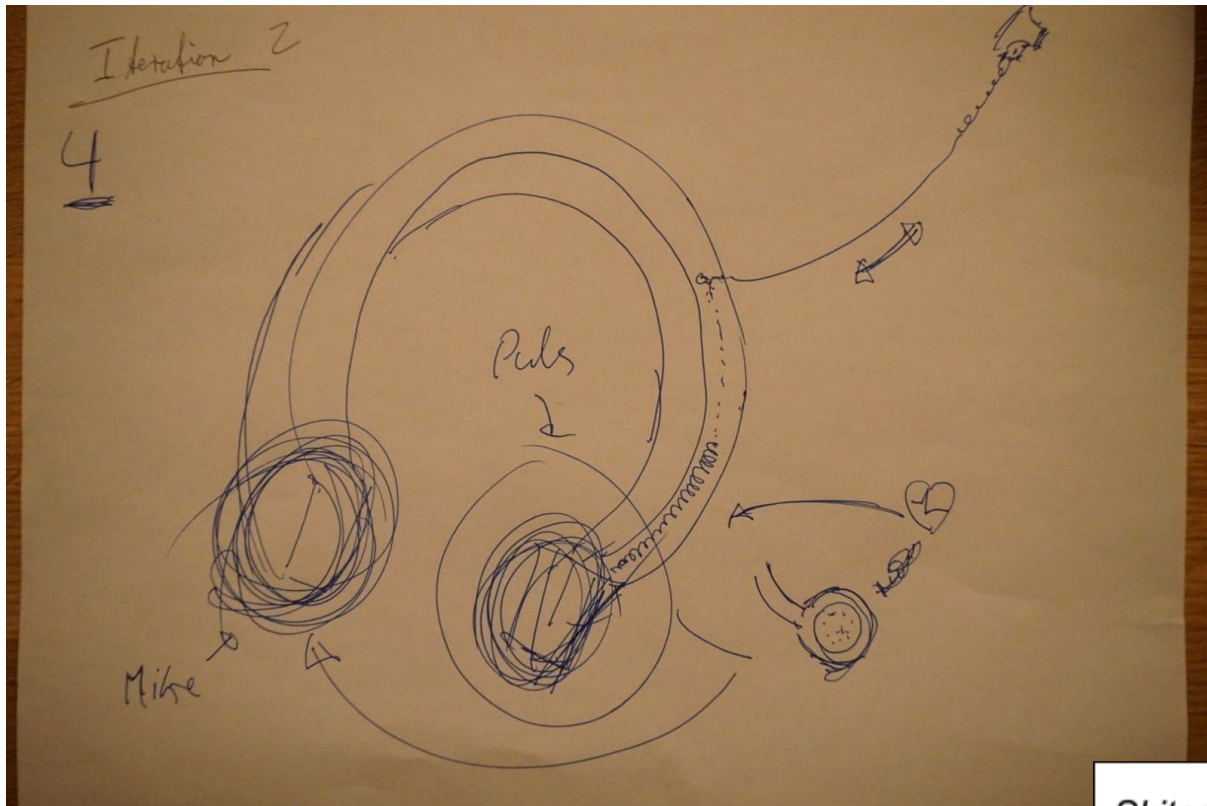
I denne iteration overvejede vi også affordance aspektet i vores design og hvorvidt vi kunne få vores produkt til at se intuitivt ud. Dette blev udformet ved at produktet skulle ligne en halskæde for at brugeren intuitivt ville vide at designet skulle placeres om nakken. Dette skulle ske gennem et smykke eller kæde som kunne hæftes på produktet.

Efter 2. iteration lærte vi at bluetooth systemer godt kan være for skrøbeligt, efter at 2 af gruppens medlemmer afprøvede det bluetooth tilsluttet produkt Neckmike.⁶⁶ Her erfarede de at der var for meget støj via interferens på linjen. Desuden var vi også skeptiske mht. hvorvidt bluetooth enheden potentielt kunne forårsage forstyrrelser i de teknologiske enheder ombord på ISS. Dette gjorde at vi droppede dette bluetooth funktionen, for istedet at kører over deres allerede installerede radio-antenne system.

I 3. iteration valgte vi også at kigge tilbage på vores brainstorm, hvor vi havde skrevet White Noise muligheden ned og begyndte at diskutere om hvorvidt vi kunne inkorporere denne teknologi.

Det endelige resultat blev en nakkebøjle med formstøbte ørepropper på ledninger, strubemikrofon, samt et 3.5 mm hun stik, for bedre brugerkontrol, komfort og lyd kvalitet. Designet har yderligere en ledning ned til en alarm enhed og en kontrolenhed til valg af musik eller White Noise effekt for den enkelte bruger.

⁶⁶ <http://www.neckmike.com/en/articles/2.1.246/neckmike-bluetooth-intercom-m4>



Skitse 4

4. Iteration

Vores erfaring fra den tredje iteration, førte til en forståelse for at designet havde for mange ledninger. Denne erfaring kom fra gruppemedlemmernes søgen og spørgen af folk udefra projektet, som mente at øreprop-ledningerne først og fremmest var for meget i vejen, når man skulle tage nakkebøjlen på. Desuden observerede vi at ledningerne kunne være et irritationsmoment for mennesker i vægtløs tilstand, hvis ørepropperne ikke var indsatte i øregangene.

Vi snakkede om at løse dette problem, enten ved at gemme ledningerne i designet, eller introducere trådløse fastsiddende ørepropper. I sidste ende kom vi frem til at gemme øreprop ledningerne i selve nakkebøjlen ved hjælp af et fjedersystem, så ørepropperne kunne trækkes ud efter behov.

Vi valgte også at gå væk fra kæde / smykke designet ved vores produkt, da vi følte at applikationer som ikke havde en funktion ville skabe unødigt fylde.

Denne iteration førte også til tilføjningen af en pulsmåler, da vi stødte på information vedrørende forhøjet blodtryk og dens påvirkning på menneskets fysiske velvære. Denne funktion valgte vi derfor at tilføje for bedre monitorering af astronauternes helbred. Resultat af fjeder systemet, mht. øreprop-ledningerne, har ført til et forbedret design af øreproppernes tendens til at være for løsthængende ved udtagede.



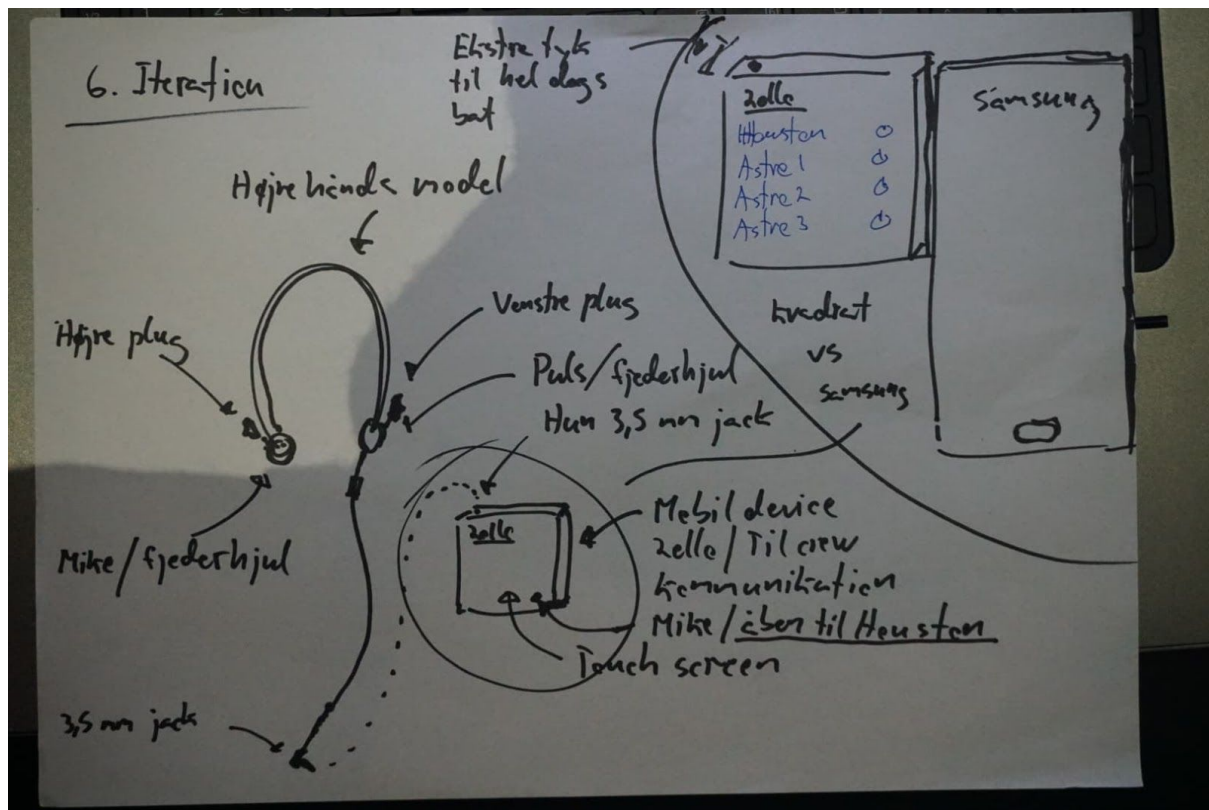
Skitse 5

5. Iteration

I overgangen fra den 4. iteration til den 5. iteration ser vi ændring i positionerne af høretelefonernes udgang fra produktet. I den 4. iteration ville ledningen skulle gå igennem nakkebøjlen for at gå direkte lodret op imod ørene. Vi valgte i den 5. iteration at rykke ledningsudgangen direkte ud af fjedersystems rullerne da vi følte det ville spare produktet for unødige designmæssige komplikationer. Samtidigt sidder høretelefoner normalt på øret gennem en skrå vinkel på grund af måden brusken er formet i øret.

Udover ændringen af positionen af høretelefonerne er det også blevet inkorporeret en mobil enhed. Denne mobile enhed skal være en lille touchscreen som skal fungere som en kontrolenhed for astronauten at styrer sin Space-Plugs. Dette er forbundet via et 3,5mm jackstik konnektor.

Det er gennem denne mobile enhed at astronauten skulle kunne vælge hvem han vil i kontakt med, kan tjekke sin puls, styrer ekstra funktioner som white noise mm.



6. Iteration

I den endelige iteration besluttede vi os for at inkorporere lysensorer i de formstøbte høretelefoner som kan registrere hvornår de er indsat i øret og på den måde give en meldings-alarmlyd til astronauten.

Denne funktion gør det muligt for astronauten at blive orienteret om tids brug af produktet uden at skulle tjekke den mobile enhed og på den måde hjælpe med undgåelse af mulige høreskader og infektioner ved for længe brug.

Vi har ændret tykkelsen på den mobile enhed, for at sørge for der kan være et stort nok genopladeligt batteri, med et minimum brugstid på et døgn, med tanke om at det kan oplades når astronauterne sover. Derudover bør designløsningen komme med minimum to batterier for at sikre at astronauterne kan udskifte ved nødvendighed.

Den mobile enhed tænkes at sidde på astronautens underarm, som sidder fast med en strop, så astronauten har muligheden for at fastspænde den omkring enten håndled eller overarm.

Selve de fysiske dimensioner af den mobile enhed indeholder en touchskærm som vil være på 6x4,5 cm, da den giver god mulighed for at manøvrere sig rundt i skærmens software uden at det bliver for småt.

Software Interface Funktioner

Vi er kommet frem til forskellige interessante applikationer der skal være til stede i vore tiltænkte softwarepakke. Astronauterne skal kunne styre deres volume output, aktivering/deaktivering af ANC, skift mellem telefonopkald og walkie talkie opkald og genhøre walkie talkie opkald i digital indbakke system.

Derudover skal der være en alarm applikation som kan modtage signalerne fra ISS's forskellige antenne og satellit systemer.

Til sidst skal nævnes at et styresystem, som f.eks android, har mange muligheder for privat brug af spil, musik eller andre interesseområder. Hertil skal en musiktjeneste funktion tilføjes, hvor astronauterne kan vælge imellem musik, podcast eller diverse noise teknologier for at få støj reduceringen helt ned samtidig med at astronauten kan vælge lyd underholdning.

Kommunikationsfunktionen er tiltænkt som en synergi mellem telefonsamtale og walkie talkie funktion. Der er mulighed for telefonsamtale hvor der er åben linje for alle parter, dertil er der også mulighed for en push-to-talk funktions kanal. Disse to muligheder giver astronauten bedre kommunikations baner til intern kommunikation om bord på ISS. Kommunikations applikationen er stemmeaktiveret hvilket gør at mikrofonen altid er tændt og i brug dog bliver der først afsendt tale ved dennes registrering.

11.3 Komparativ analyse

Ved at bruge komparativ analyse af diverse iterations funktions tilføjelser skaber det et bedre overblik over hvad der bør blive i designløsning og hvad vi bør komme af med eller erstatte. Dette har vi gjort ved løbende at reflektere og skrive en liste over henholdsvis positive og negative funktioner ved designløsningen.

Derudover har vi også foretaget komparativ analyse af den nye og færdige iterations design ved at sætte den over for den tidligere iterations design.

	Positive	Negative
1. iteration	<ul style="list-style-type: none"> - Formstøbte hørerelefoner for lydisolering. - Sammenhængende montering af hovedtelefoner for at undgå fritsvævende ørepropper. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fritsvævende kæde. - Ingen mikrofon.
2. iteration	<ul style="list-style-type: none"> - Formstøbte hørerelefoner i headset for maksimal lydisolering. - Bøjle som montering for resten af delene i headsettet. - Mikrofon system til gensidig kommunikation. - Modtager og afsender - Alarm enhed 	<ul style="list-style-type: none"> - Bluetooth - Visuel "callcenter" design - En ekstra elektromagnetisk kilde på ISS
3. iteration	<ul style="list-style-type: none"> - Formstøbte hørerelefoner for lydisolering - Nakkebøjle montering af hovedtelefoner for at undgå fritsvævende ørepropper - Strubemikrofon system til gensidig kommunikation - Modtager og afsender funktion - Jackstik input - White Noise og musik bruger mulighed 	<ul style="list-style-type: none"> - Bluetooth - Fritsvævende ledninger
4. iteration	<ul style="list-style-type: none"> - Fjedersystem mekanisme - Færre ledninger - Pulsmåler 	<ul style="list-style-type: none"> - Mistet affordance aspekt (kæde)
5. iteration	<ul style="list-style-type: none"> - Ændring for placering af lednings udgangen - Mobile enhed - Radio 	

6. iteration	<ul style="list-style-type: none"> - Lyssensor - Batteritid - Softwarepakke - Arm montering 	<ul style="list-style-type: none"> - Batteri tykkelse - Produkt fylde - Software udviklings tid - Ledning kan komme i vejen
--------------	---	---

Iteration 1. -> Iteration 2.

Den største design forandring produktet gennemgår imellem 1. og 2. iteration er overgangen fra høretelefons design til "callcenter" design. Det positive ved denne forandring er at brugeren undgår for mange løst svævende ledninger og kæder. Dette gør det muligt for produktet at blive monteret på astronauten, uden alt den irritation som løstsiddende ledninger kunne resultere i. En anden vigtig funktion ved 2. iteration er implementeringen af en mikrofon. I vores første iteration var astronauten nødt til at tage produktet af og på, for at kunne kommunikere med andre. Dette fandt vi hurtigt ud af ikke var optimalt, da det ville skabe en ekstra udfordring for astronauten eftersom han altid skulle fjerne produktet før han kunne modtage og videregive informationer. Implementeringen af mikrofonen i 2. iteration tænkte vi derfor kunne give astronauten friheden, til at kommunikere med de andre astronauten, på tværs af rumstationen via bluetooth. Det negative ved denne kommunikationsform er at det er mindre intuitivt end bare at tage propperne ud, og snakke med en astronaut som er tæt på, eftersom brugeren skal holde styr på hvordan kommunikationssystemet fungerer, og hvordan kan skal kontakte den enkelte astronauten, eller hele rumstationen.

Iteration 2. -> Iteration 3.

Det negative ved at skifte fra "callcenter" designet til nakkebøjle er at man mister det intuitive affordance design aspekt som den 2. iteration har. En nakkebøjle er udadtil ikke lige så intuitivt i dens præsentation, sammenlignet med den forrige iteration.

Brugeren kan hurtigt se at de to formstøbte høretelefoner på hver side af monteringsbøjlen, er ment til at blive sat i omkring ørerne, mens nakkebøjle kræver mere undersøgelse for at finde ud af den skal sidde rundt om halsen.

Til gengæld får man et mere komfortabelt design, som er mere overskueligt for en person at have på flere timer af gangen, end et headset ville være.

I 3. iteration giver vi brugeren mere frihed til selv at vælge om han vil isolere for lyden ud fra med formstøbte høretelefoner, eller hørebøffer som dækker hele øret, da det kan skabe ubehag at have et objekt indsat i øret flere timer af gangen.

Et negativt aspekt ved dette design er at det sendte os tilbage til en af problematikkerne ved 1. iteration, hvor vi havde for mange ledninger som kunne skabe gene for astronauten. Implementeringen af diverse lyd funktioner astronauten kan bruge, er også en forbedring i forhold til 2. iteration, da vi sikrer astronauten har mulighed for at stimulere deres lyd receptorer imens de har produktet på.

Iteration 3. -> Iteration 4.

En af de primære ændringer fra iteration 3. til 4. er inkluderingen af pulsmåler i vores design. Vi føler dette er en positiv ændring da ved inkludering af dette koncept sparer man astronauten for at have en ekstern pulsmåler på. Udover pulsmåler er implementeringen af en fjedersystem for høretelefonernes ledninger også et bedre koncept end førhen løse ledninger. Ved dette design sparer vi astronauten gene for ledninger der eventuelt kunne komme i vejen.

Iteration 4. -> Iteration 5.

Ændringen, mht. placering af høretelefon ledningernes udgangspunkt fra nakkebøjlen, giver et bedre, mere ergonomisk design. Dertil kommer at vinklen på ledningens indgang til øret ændres og således sidder høretelefonerne bedre i øret. Det nye udgangspunkt for disse ledninger i 5. iteration er længere "fremme" på halsen i stedet for omme på siden af halsen. Vi har også erstattet bluetooth enheden med et mobil device. Denne skal køre styresystemet og grundlæggende fungere som sende og modtageenhed. Vi tænker at det udvalgte mobil device skal have en touch screen, volume op/ned, kamera mv, præcis som vi kender det fra vores almindeligvis brugte mobil devices fra hverdagen.

Iteration 5. -> Iteration 6.

I denne iterations overgang har vi tilføjet lyssensor i høretelefonerne for at sørge for at astronauten ikke overbruger sine plugs. Vi fandt ud af at det er vigtigt at astronauten ikke har sine plugs i for lang tid af gangen, og derfor ville vi forbedre vores produkt ved at indføre dette aspekt. Vi har gjort batteriet større på vores mobile device for at sørge for den har nok strøm kapacitet til ikke at løbe tør imens den bliver brugt, det skaber dog et negativt designmæssigt aspekt da vores mobile device vil være tykkere og derfor fylde mere samt sidde rundt om armen.

En anden mulig negativ indvirkning af dette design kan være at ledningen fra nakkebøjlen til det mobile device kan være til gene og komme i vejen, hvilket er en problematik vi har arbejdet for at løse siden første design. Men det vi ikke har kunne finde på en anden metode at etablere forbindelse og strøm supplering til produktet end gennem ledning bliver vi nødt til at inkludere det.

I den 6. Iteration har vi også gjort mere rede for hvilke funktioner vores mobile device skal kunne udfører.

11.4 Affordance

Igennem vores iterations process, har vi tænkt over affordance aspektet i vores designløsning, og hvordan vi intuitivt kunne henvise brugeren af produktet til, hvordan det skal benyttes, igennem dets design.

Allerede ved 1. iteration, havde vi tænkt os at synliggøre, på vores Space-Plugs, hvilket øre de skulle passe til, med markeringer for "left" og "right".

Vores ønske var at gøre vores endelige produkt, så intuitivt som muligt.

I 2. iteration bestemte vi os for i stedet, at gå i retning af et "callcenter" headset design.

Vi tænkte over hvorledes vi kunne designe bøjlen over hovedet, således at den sammen med de to markerede høretelefoner, henviste til at vores produkt var ment til at sætte "ovenpå" hovedet.

I den 3. iteration kom vi frem til designet af en nakkebøjle, i stedet for vores "callcenter" headset designs. Her overvejede vi at tilføje en kæde eller smykke, så brugeren af produktet mere intuitivt kunne regne ud, at nakkebøjlen skal sættes hen over nakken.

Dette koncept blev dog fjernet i 4. iteration da vi ønskede at undgå for mange komponenter, løse ledninger og kæder i vores produkt.

Vores næste fokus på affordance, kommer i vores 6. og sidste iteration. Her lavede vi en brugerundersøgelse af tilfældige personer, ved at give dem vores prototype i hånden og derefter se hvad de synes om den.

Flere af de adspurgte så samtidigt at vores designløsning potentielt kan bruges i mange forskellige sammenhænge, hvor støj og kommunikation indgår, f.eks til backstage personale ved store musikarrangementer eller til vagter ved publikum.

11.4.1 Delkonklusion

Affordance konceptet har vi prøvet at inkorporerer i vores designløsning, igennem de forskellige iterationer. Via en brugerundersøgelse fandt vi frem til, at det der primært blev lagt mærke til var at de formstøbte høretelefoner. Brugerne konkluderede der fra, at de således måtte passe ind i ørerne. Dog kunne de ikke helt se om nakkebøjlen skulle sættes hen over hovedet, bag ørerne, på panden eller over nakken.

Ud fra dette kan vi konkludere at vores designløsning, grundlæggende bliver vurderet som værende et lyd-artefakt, af den "uinformerede" bruger. Da det ikke lykkedes os at komme med et endeligt 'godt' affordance design, vil vores produkt kræve en informering om brug for modtageren.

12 Design rationale, Space-Plugs

Vores design går ud på at få astronauterne til at være i bedre stand til at kommunikere med hinanden og samtidigt afhjælpes med den daglige støj-overbelastning.

Vores produkt er et avanceret støjisolerende kommunikationssystem, som vi har valgt at kalde for Space-Plugs. Vores løsning er baseret på vores viden om, at rumstationen ISS er tidsbestemt til at skulle skrottes i 2028.

Space-Plugs består af to dele som er en nakkebøjle med forskellige hardware produkter og funktioner, og en mobil enhed med flere forskellige software funktioner, som er koblet til nakkebøjlen via et jackstick på bagsiden af nakkebøjlen. Hardwaremæssigt indeholder vores design nakkebøjlen som er sammensat med en: mikrofon, lyd input/output, 2 gange fjedersystem, 2 gange formstøbt hørerelefoner for støjisolering, pulsmåler, 2 gange jackstick input, en mobil enhed, lyssensor og ekstern hørerelefoner. Og så har vi vores mobile enhed, hvorfra kan man styre disse software funktioner: mikrofon, alarmsystem, ANC, pulsmåler, lyssensor, samtale kanal (hvor der er mulighed for walkie-talkie funktion), direkte samtale og underholdning (musik, noise teknologi).

De essentielle funktioner i vores designløsning, er dens kapacitet til at støjisolere og som tilføjelse give vores artefakt god mulighed for kommunikation.

Ved at afhjælpe astronauterne med denne støj faktor, kan vi forhåbentlig formindske den stress og irritation⁶⁷ som astronauterne ellers dør med i løbet af en hel dag. En anden grund til valget af formstøbning er at komforten er en prioritet for astronauterne. Det skal helst være så behageligt som muligt at have dem på i flere timer af døgnet grundet deres enormt lange arbejdsdage.

Formstøbte ørepropper uden indbyggede input/output funktioner som lukker øre indgangen af, forårsager ringere kommunikation. Vi har derfor valgt at implementere lyd in/output i vores produkt. Dette har vi gjort for at forbedre problemet så vidt som muligt, da det er meningen, at astronauterne skal kunne kommunikere med hinanden på tværs af rumstationen og samtidig høre diverse vigtige alarmer mv. Men også selvstændigt underholde sig selv ved blandt andet at lytte til musik eller noise teknologi hvilket kan hjælpe dem til at opnå en mere positiv mental tilstand.⁶⁸

Vi har taget hensyn til, at der kan opstå komplikationer ved for lang tids forbrug af vores produkt i ørene.

Derfor har vi også valgt at implementere lyssensorer i de formstøbte hørerelefoner, som kan registrere når de er sat ind i ørene. Denne funktion gør det muligt for astronauterne automatisk at blive orienteret om deres tidsforbrug af indsatte hørerelefoner uden at skulle tjekke mobilenheden via en meldings-alarm-lyd .

De formstøbte øreproppers ledninger er designet med et fjedersystem på både højre og venstre side og koblet til en nakkebøjle, så der er så lidt ubehag som muligt grundet ledningerne, da de ellers vil svæve frit i vægtløs tilstand.

⁶⁷ <http://www.arbejdsmiljoviden.dk/Emner/Fysisk-arbejdsmiljoe/Stoej/Forstyrrende-stoej>

⁶⁸ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29315202>

Som et yderligere tiltag for at reducere støjen er der implementeret ANC. Active Noise Cancellation fungerer i modsætning til noise teknologi ikke som en psykologisk metode til at reducere støj irritation, men derimod som en metode til rent fysisk at stoppe støjen som beskrevet tidligere.

Nakkebøjlen har indbygget to jackstik konnektorer der sidder på langs i centrum på bagsiden af bøjlen.

Den Mobile enheden bliver koblet til nakkebøjlen vha. et af jackstik, alt efter hvilken ende man fortrækker, bag på nakkebøjlen. Den anden jackstik kanal bruges til ekstern almindelige høretelefoner som er til rådighed, hvis astronauterne nu skulle gå hen og blive trætte af de formstøbte høretelefoner.

Den mobile enhed skal gerne sidde på astronautens underarm, dog sidder den fast med strop, så astronauten har muligheden for at fastspænde den omkring enten håndled eller overarm også. Selve de fysiske dimensioner af den mobile enhed indeholder en touchskærm som vil være på 6x4,5 cm, da den giver god mulighed for at manøvrere sig rundt i skærmens software uden at det bliver for småt.

Mobil enheden giver produktet, som nævnt tidligere, flere forskellige funktioner.

En af dens vigtigste egenskaber er alarmsystemet, da det er vigtigt for astronauter at kunne være informeret om rumstationens tilstand og eventuelle faresignaler.⁶⁹ Systemet kan 'override' eventuelt musik og lyd samt kommunikation for at gøre astronauter opmærksomme på den pågældende fare. Mobil enheden er forbundet til et centralt system af sensorer⁷⁰ der er lokaliserede rundt omkring på ISS. Disse sensorer måler diverse tilstande såsom tryk.

Der er desuden blevet taget hensyn til tykkelsen på den mobile enhed, sådan så den kan have et stort nok genopladeligt batteri. Batteriet skal som minimum have brugstid på 20 timer med tanken om, at det kan oplades når astronauterne sover. Derudover bør designløsningen komme med minimum to batterier for at sikre at astronauterne kan udskifte dem ved nødvendighed.

Til sidst sidder pulsmåleren på den venstre inderside af nakkebøjle ende. Den indsamler astronauternes pulldata med henblik på live orientering om astronautens helbred og individuelle stress niveau.

Farvevalg overlader vi til astronauterne for større personlig præg, da det er dem der i sidste ende skal bære dem.

Grundet rumstationens kommende skrotning er vi kommet frem med et alternativt produkt design der afhjælper astronauterne med den konstante støj og komplikationerne som derved opstår. Produktet giver en god forudsætning for isolering af miljø støj om bord på rumstationen, samtidig med at produktet fremmer kommunikation.

⁶⁹ <https://blogs.nasa.gov/spacestation/2018/08/30/international-space-station-status-3/>

⁷⁰ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5012259/>

13 Storyboard

Vi har valgt at gøre brug af Storyboard metoden fra Design & Konstruktion. Da ved hjælp af denne metode kan vi belyse brugen af design løsningen ved visuelle tegninger.

Vi har valgt at lave en storyboard med kombination af Flow og Hierarkisk gennemgang af designløsning for at komme bedre rundt om belysningen af designet.

Tegningerne er sat ind i Bilag 3. sammen med læsevejledning.

(jf. Bilag 3.)

14 TRIN-modellen

Med TRIN-modellen belyser vi vores designløsning, med udgangspunkt i at beskrive hvordan vi ser vores produkt blive brugt i praksis. Ved brug af denne metode vil vi komme rundt i alle aspekter af vores designløsning selv de ting vi umiddelbart i starten ikke havde tænkt over.

14.1 Teknologiers mekanismer og processer

Produktet er bygget op omkring en nakkebøjle som "fjeder" tilbage mod sit udgangs i sit design, så den sidder fast omkring nakken uden at den er til gene for brugeren. I bøjle design er der gjort plads til diverse ledninger og sensorer. Vi har i den højre side af bøjlen en indbygget mikrofon til optagelse af brugerens kommunikation.

I den venstre ende af nakkebøjlen er der placeret en pulsmåler i designet, hvis data bliver sendt til brugeren, men kan også sendes til andre efter behov.

I både højre og venstre side af nakkebøjlen er der placeret formstøbte ørepropper med lyd output. Disse ørepropper sidder på et fjedersystem som gør at de kan trækkes frem og tilbage. Da ørepropperne er formstøbte efter brugerens ører giver det en effektiv passiv miljø støj blokering, dog er der også indbygget ANC.

ANC køre gennem en separat enhed som er forbundet med ledning til nakkebøjlen. På enheden kan man slå denne funktion til og fra. Samtidigt har enheden et indbygget alarm system, som gør det muligt for brugeren at modtage meldings rapporter fra sine omgivelser.

I nakkebøjlen er der også et jackstik input for muligheden at indsætte et andet værn af f.eks. høreværn eller høretelefoner.

14.2 Teknologiens artefakter

Vores endelige version af produktet, er en sammensætning af mange forskellige artefakter. Alle disse artefakter er samlet med til at skabe den teknologi vi vil have i vores produkt.

- **Høretelefoner** - Formstøbte høretelefoner er grundstenen i vores produkt. Det skal sikre at astronauten vil være isoleret fra lyden, samtidigt med at personen kan få input fra højttalerne som sidder i høretelefonerne. Det formstøbte materiale i høretelefonerne er lavet af porøst materiale, og inden i dette materiale sidder en lille højttaler som kan afspille lyd. Højttaleren er en transducer teknologi form, som omdanner de elektrisk signaler sendt igennem en membran i høretelefonen til luftbølger som danner lyd.
- **Mikrofon** - På produktet sidder også en mikrofon som kan omdanne de lydbølger astronauten laver til elektriske signaler som kan bliver sendt over radio til

modtageren. Mikrofonen er på samme måde som høretelefonerne en transducer teknologi, der omdanner en slags energi til en anden. Men i mikrofonen sker dette på den modsatte måde af høretelefonerne, gennem en membran som omdanner den mekaniske energi af sin bevægelse, til elektriske signaler som bliver sendt videre gennem (radio?) til modtageren.

- **Pulsmåler** - Pulsmåleren i vores produkt skal sidde på den venstre side af vores nakkebøjle. Pulsmåleren fungerer igennem et elektrokardiogram ved at en elektrode måler de elektriske ladninger der kommer når ens hjerte banker og dermed kan måle ens puls.
- **Fjedersystem** - Høretelefonerne i vores produkt er monteret til nogle fjederstyret ruller, for at sørge for at ledningerne ikke er i vejen, og der kun er så meget ledning ude som astronauten har brugt for. Dette fungerer igennem et fjedersystem, hvor ledningen er bundet rundt om rulle som er spændt igennem en fjeder. Denne fjeder vil igennem mekanisk energi altid gerne trække sig sammen, og derfor sikre at med mindre der er modstand at ledningerne altid vil trække sig tilbage ind i rullen.
- **Aktiv Noise Cancellation** - ANC fungerer som en metode til at reducere lyd. Dette foregår ved at nogle mikrofoner opfanger de lydbølger som forekommer udenfor, og producere en tilsvarende "anti-lyd". Anti-lyd er lydbølger der er på samme signalstyrke som støjen, men med spejlvendte bølgelængde og dermed tilsammen skaber en destruktiv interferens som resultere i en annullering af støjen.
- **Jackstik input/output** - Jackstik er stik som kan videregive elektriske signaler, og bliver ofte brugt til at videregive lydssignaler. Det foregår ved at et henholdsvis "han" jackstik som er en konektor med en cylinderformet udgang passer til et modsvarende "hun" jackstik, som er et kabinet der modtager han stikket.
- **Batteri** - Vores produkt får dens energi fra genopladelige batterier, også kaldet en akkumulator. Disse batterier er dannet er elektrokemiske celler som opbevarer kemisk energi i form af en reaktion mellem en katode / negativ elektrode og anode / positiv elektrode som bliver omdannet til elektrisk energi. Da vores batteri skal være genopladeligt skal vores anode være lavet af lithium, derfor et lithiumbatteri.
- **Mobile enhed** - Dette mobile device består af et mobilt operations system, som bliver kontrolleret gennem et input device oven på et digitalt display i form af en touchscreen. Det er igennem dette at astronauten kan styre diverse interface funktioner som kommunikation mm.
- **Lyssensor** - En sensor som måler inputtet af lys. Dette gør den ved at transformere fotonerne til elektriske energi der derved giver signal om den er aktiveret eller ikke. Derved vil sensoren vise om produktet er i lys eller mørke.

14.3 Teknologiers utilsigtede effekter

De utilsigtede effekter som vi er kommet frem til har vi valgt at dele ind i to overordnede kategorier, de fysiske effekter og de psykiske effekter. Dette har vi gjort fordi det giver et bedre organiseret overblik over diverse effekter.

14.3.1 De fysiske effekter

På baggrund af vores informationssøgen har vi kunnet konkludere at høretelefoner og andre øre plugins, til blokering af øregangen, kan forårsage diverse fysiske reaktioner. Blandt andet kan det føre til øre infektioner der i sidste ende kan lede til høreskader, hvis det forbliver ubehandlet.

Denne effekt kan også ske ved brugen af vores formstøbte ørepropper, der vil blokere total for ørets ventilation.

White noise teknologien kan også føre til fysiske høreskader, som nævnt tidligere i rapporten. Disse lydbølger kan muligvis føre til irritation og nedsat kognitive funktion for brugeren. Irritationsmomentet kan overskygges ved at lytte til musik eller have en samtale igang der derved afleder opmærksomheden væk fra denne lyd frekvens. Alt i alt kan white noise teknologien muligvis føre til høreskader og være årsag til et ekstra støj irritationsmoment ved for intensivt brug.

14.3.2 De psykiske effekter

Da vores designløsning er præget af at have blokeret øregange, og alt kommunikation sker over et mikrofon system, kan der argumenteres for at brugeren kommer til at opleve en form for social isolation. Denne isolation kommer potentielt af den manglende direkte sociale kontakt ved ansigt til ansigt kommunikation. Dertil er det også en faktor at med manglende "privatliv" da man altid vil kunne blive anmodet om kontakt.

De positive virkninger ved de psykiske effekter håber vi på vil være øget arbejdsproduktiviteten og koncentrationsevne. Dog kan det argumenteres for at andre effekter, ala den generelle livskvalitet for astronauter ombord på rumstationen, vil blive forbedret.

Dertil er der mulige sideeffekter hvis produktet spreder sig videre ud til en bredere befolkningsgruppe. Vores designforslag kunne potentielt føre til en større social isolering, i form af at digitale beskeder nu kan komme ind via sound bites. Den tendens vi allerede nu ser mht de sociale tekst medier, såsom Facebook, Twitter osv., har gjort noget ved menneskers sociale relationer og måder at kommunikere på.

14.4 Teknologiske systemer

Vores designløsning er bygget op omkring det allerede eksisterende kommunikationssystem, der er sat op på ISS, i form af diverse antenner og satellitter.

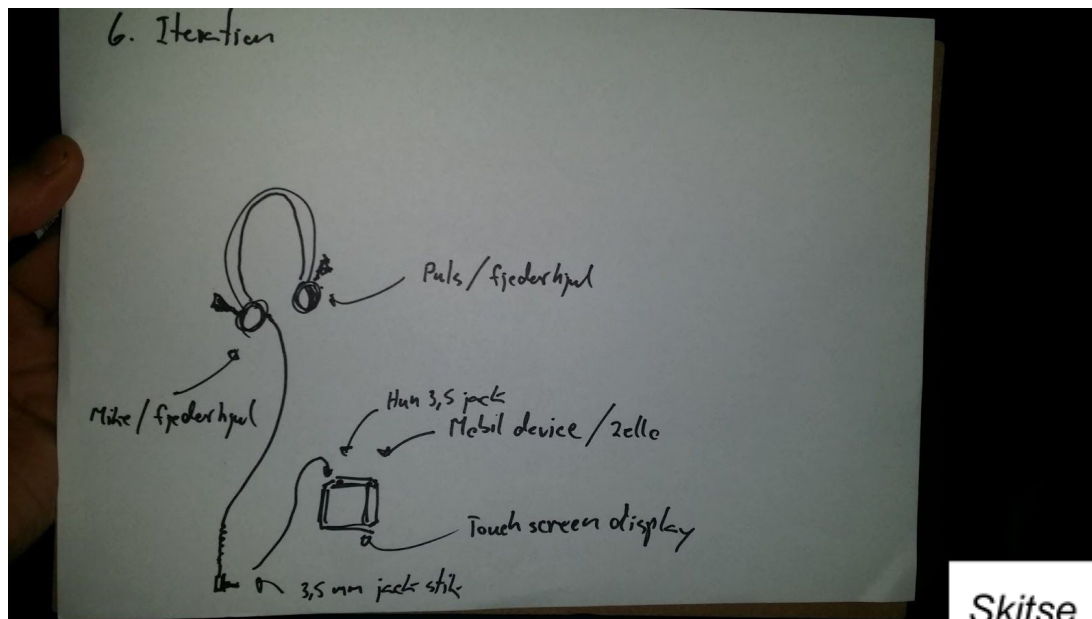
Vores løsning vil, hvis implementeret, udvide det allerede anvendte kommunikationssystem. Dertil kommer ekstra funktioner som støj blokering og pulsmåler.

Alarm modtagelsen i vores design, benytter som afsender af alarmer det allerede eksisterende alarm system på ISS. Dette alarm signal sendes nu til højtalere på ISS, men

med vores system vil signalet også sendes, via en ekstra telefon, fra ISS's computer system til alle zello kanalerne på rumstationen.

14.5 Modeller af teknologier

En måde at undersøge vores produkts fysiske egenskaber har været igennem en række visuelle og fysiske modeller. Igennem vores iterationer af produktet har vi kunne få overblik over de operationelle principper ved vores produkt, og hvilke funktioner den skal indeholde. Igennem en prototype af produktet, har vi kunne afprøve designets dimensioner i virkeligheden, finde ud af størrelsesforholdene, samt få indblik i hvordan man kunne videreudvikle produktet med henblik på affordance perspektivet.



Skitse 7

(Visuel model af vores 6. iteration.)

I vores visuelle model her ser vi hvordan vores produkt designmæssigt skal være struktureret. Vi starter helt basalt med den hesteskos formede nakkebøjle, og udvender at i hver ende af den er to cirkulære platforme. Disse to cirkulære platforme har multi funktioner idet begge vores formstøbte høretelefoner med deres fjeder cylindre opholder sig inde i dem, samt de hver især har en unik funktion. I den højre platform befinder sig vores mikrofon som astronautens kontakt skal foregå igennem, imens vores pulsmåler befinder sig på venstre. Forbindende ledninger inden i nakkebøjler kobler dem sammen. En ledning fra fra højre platform er tilsluttet et 3,5mm jackstik hvis konektor er ment til at tilsluttes vores mobile devices kabinet.



Billede 13

(Prototype af vores design)

Igennem prototypen af designet, kunne udlede hvilke dimensioner vores produkt skulle have. Vi fandt også ud af at jackstik konnektorer på bagsiden af nakkeklemmen ville give den bedste mulighed for at undgå ledningerne kunne komme i vejen.

Desuden gav prototypen os også mulighed for at teste hvor vores mobile device skulle monteres for bedste position og mest behagelighed.

14.6 Drivkræfter og barrierer for udbredelse af teknologien

Vi kommer ind på henholdsvis hvilke drivkræfter der kan medvirke en succesfuld implementering af vores designløsning samt modstands kilder og barrierer der kunne vise sig under udbredelsen af Space-Plugs.

14.6.1 Drivkræfter

Design løsningen vil drive sig ud til potentielle brugere, da det er en teknologi der fremmer kommunikation over afstande, samt blokere muligt miljø støj. Disse faktorer gør at vores løsning er egnet til salg ud i diverse industrier blandt andet kan det argumenteres at produktet vil være interessant for flyselskaber til brug af piloter. Også militær personel specifikt soldater under træningsøvelser kunne drage betydelig nytte af dette design, da under skudøvelse vil kunne blokere støj fra skud, men samtidig holde kommunikation ved lige. Eventuelle sikkerhedsstyrke eller enkelte enheder inden for militæret ville også kunne drage nytte samt livvagter.

Drivkraften for implementeringen ombord på rumstationen er at det er et betydeligt billigere alternativ i forhold til at skulle omkonstruere hele eller dele af moduler. Samtidigt er de nemme i deres opsætning, da designet er bygget med det allerede eksisterende kommunikationssystem i tanke. Dertil er det et fremragende produkt til at optimere intern kommunikation.

14.6.2 Barriere

Design løsningen, kan man argumentere, er et specialiseret produkt hvilket vil sige at chancen for at løsningen kommer ud til det brede befolkningsgruppe er smalt, hvilket vil betyde at maksimal profit til videreudvikling af vores produkt er begrænset. Netop fordi det er et specialiseret produkt foregår salget som et niche marked, hvilket kunne tænkes ville resultere i at det er producenten af designløsningen der ville skulle stå for kontakten af et opsøgende salg.

Produktet er lavet med ISS og NASA for øjnene, men om de ville mene at vores løsning er fyldestgørende ved vi reelt ikke, og da vi ikke har en operativ prototype til situationsanalyse, er vi meget begrænset i vores vurdering.

Sidste modstand kilde der kunne blive en realitet er at folks frygt for potentiel øre infektion og skader vil neddrøse efterspørgslen af Space-Plugs som produkt, dog ser vi ikke denne frygt i forbindelse med blandt andet det almene brug af høretelefoner.

15 Diskussion

Vi føler der på baggrund af de helbredsmæssige og psykiske problemstillinger ved at være udsat for et støjbelastet miljø, at der er begrundelse for at finde løsninger på astronauternes støjproblem. Det er vigtigt at astronauterne er funktionsdygtige og kan arbejde optimalt eftersom det er en dyr operation at have astronauterne i omkreds om jorden.

Dags dato har ISS ca. 10 år tilbage inden der igen skal tages stilling til om den kan fortsætte, i en opdateret form, eller om det er tid til at pensionere rumstationen. Man må derfor i beslutningen om lydisolering på ISS tage hensyn til om de økonomiske byrder opvejer tiden der er tilbage for stationen. Alle former for strukturelle tiltag ville således være meget omfattende og tage en del tid samt fokus fra de igangværende projekter der kører på ISS nu. Udover en stor økonomisk byrde at transportere mange materialer op til rumstationen for restrukturering, ville det også implicere en større arbejdsbyrde for astronauterne og tage fokus væk fra deres videnskabelige arbejde. Vi føler et lille mobilt individuelt produkt ville give bedre mening både økonomisk og tidsmæssigt for nationerne der styrer ISS, end førhen nævnte.

Med henblik på TRIN modellens 4 analyse af vores produkt føler vi det er en overskueligt implementering til rumstationens allerede etablerede alarm og kommunikationssystem. Da man ikke skal omstrukturere stationens kommunikationsmetoder, men inkorporere det i den allerede implementerede radiokommunikation. Desuden i TRIN 6 argumentation for udbredelse af teknologien, kunne det være en økonomisk mulighed at udvikle sådan et produkt, da mange andre professioner lider under et støjmiljø og der derfor ville være efterspørgsel på et marked efter støjisolerende kommunikationsprodukter.

Det kunne dog også være at produktet henvender sig for meget til et nichemarked på grund af dens designmæssige henblik på ISS og astronauternes nødvendigheder, og derfor ville være svært at implementere i andre professioner.

Ud fra et synspunkt om astronauternes velvære, kunne det være mere en byrde end til gavn at have et kommunikationssystem på sig 24 timer i døgnet. Vi mangler kvantificeret data fra astronauterne om lyd problematikken og deres synspunkt på det for at kunne tage stilling til om der var belæg for at udvikle sådan et produkt. Hvis der var mulighed for at indsamle denne kvantificeret data kunne det være muligt at tage stilling til projektets validering mht. fysiske komfort kontra støj irritation. Men hvis der er belæg for udviklingen af et produkt, ville størrelsen og mobiliteten af produktet tale for det ville være et overskueligt tillæg til astronauternes daglige beklædning.

Vi har i TRIN modellens punkt 3 analyseret de mulige utilsigtede effekter af vores produkt. Vi fandt her ud af at blokeringen af øregangene mange timer af gangen muligvis kan skabe infektion i øregangene. Muligheden for dette ville være en stor modtaler for de formstøbte høretelefoner i vores produkt. Da en infektioner i øregangene for astronauterne ville være et større sundhedsskadeligt problem end irritationen over støj, og ville derfor ikke retfærdiggøre brugen af produktet i længere tid.

Vores brug af white noise teknologier kunne også muligvis tale imod deres implementering i vores produkt. Hvis det var til større irritation og kognitive funktionsnedsættelse end støjen fra rumstationen, ville det ikke være fornuftigt for astronauten at bruge denne funktion i længere tid af gangen. Der er dog for lidt empiri omkring denne problemstilling ved white noise, og vi kan derfor ikke antage at de resultere i et større problem end de ville hjælpe med. Man kunne dog argumentere for at vente med at implementere denne funktion i vores design indtil at yderligere undersøgelse er blevet foretaget.

Udover de fysiske effekter ville de utilsigtede psykiske effekter også argumentere imod implementeringen af produktet.

Hvis ideen med implementeringen af vores produkt, er at forbedre astronautens arbejdspræstation og psykiske forhold ville den mulige sociale isolation der kunne forekomme ved produktet ikke være et optimalt følge.

Efter vores undersøgelser omkring støj viste at stress induceret fra støj kan manifestere til depression, angst og social isolation er det vigtigt vi er med til at løse disse problemer og ikke skabe dem.

Men grundet det lille areal på 1000 kubikmeter som astronauterne befinder sig i, føler vi ikke at denne problemstilling med social isolation fra virtuel kommunikation er så relevant for dem. Fællesområder i modulerne vil sørge for at astronauterne kommer til at støde på en anden astronaut. Udover dette ser de ofte film og de spiser ofte aftensmad sammen. Derfor kunne det tyde på at implementeringen af vores produkt ville forbedre deres velvære mere end alternativt.

Fra et affordance aspekt kunne der være mangler ved vores design. Udover "L" og "R" markeringen af de formstøbte plugs mangler der flere henvisninger til hvordan produktet bliver brugt. Vi har haft svært i vores designprocess ved at finde på måder at henvise til brugen af vores produkt i designet. Dette mener vi dog ikke er en stor ulempe da astronauter ofte er meget bekendte med alt det udstyr de skal bruge som del af deres træning til opsendelse til rumstationen, og derfor ville have meget tid til at blive bekendte med produktets virkemåder. Det kunne dog hæmme for udvidelsen af produktet til andre brancher, hvis det ville være for forvirrende for andre professioner og de måske ikke ville have lige så meget forberedelsestid til at finde ud af produktet som astronauten har.

Eftersom konsekvenserne af høje støj miljøer i værste tilfælde kunne resultere i hjerte-kar problemer, samt stress, depression og kognitive funktionsnedsættelse, er det vigtigt at arbejde på at forbedre astronauternes velvære i et støjmiljø.

På grund af de førhen brugte tiltag for at reducere støj på ISS ikke har været super effektive, kunne det dog danne grundlag for at prøve andre metoder. Metoden ved at isolere igennem støjabsorberende materiale på maskinerne og ventilationssystemerne, har ikke produceret et resultat som er optimalt nok. Eftersom de fleste kontorarbejdere følte irritation over støj allerede ved 55 dB, er de 70 dB der eksisterer i de fleste moduler ikke lavt nok til at sikre den bedste arbejdspræstation for astronauter.

Vi føler derfor belæg for at afprøve nye metoder for lydisolering, og føler at vores produkt kunne være et nævnt alternativ.

16 Konklusion

Overordnet har vi lært at støjbelastningen på astronauterne på ISS (og andre lignende rumfartøjer/ruminstallationer), er langt højere end vi alle havde forestillet os, inden vi startede på dette projekt. Dette har primært at gøre med luftens "larm" når den passerer igennem installationen i relativ høj fart, sammenlignet med "normale" ventilationssystemer på jorden.

I rapporten har vi undersøgt problemstillingen støj ombord på ISS. For at kunne finde frem til en designløsning, der potentielt kan afhjælpe astronauterne ombord på ISS, har vi defineret lyd, hvordan det opstår samt overvejelser om hvornår lyden går over til værende støj.

Vi fandt frem til at lydens overgang til støj er subjektiv, der er dog visse faktorer der spiller ind såsom frekvens og decibel. Vi ved at astronauterne på ISS, døgnet rundt, bliver bombarderet af støj på op til 70 decibel, afhængigt af hvilket rum modul de opholder sig i. Vi ved, via undersøgelser at miljø støj kan forårsage både psykologiske og fysiske eftervirkninger, og/eller deciderede høreskader. Ved interview af Jesper Kristiansen fandt vi ud af at den primære funktionsnedsættelse, der potentiel opstår ved støjniveauer på under 80 decibel er af psykologisk karakter. Dette betyder at astronauterne er under konstant fare for udvikling af kognitiv støj konsekvenser.

Dertil kommer vores problemformulering der omhandler hvordan vi kan afhjælpe astronauterne mht. til deres daglige støjbelastning. I søgen efter information vedrørende diverse tiltag foretaget ombord på ISS, opdagede vi at der er lagt planer om skrotning af ISS i 2028, hvilket er godt og vel 10 år fra dags dato. Med baggrund i disse informationer er vi kommet frem til en designløsning der er stærkt støjreducerende, for astronauterne, og er væsentlig billigere i forhold til at skulle lave store strukturelle modul ændringer.

Design løsningens primære funktion er dens høje grad af passiv støjisolering, suppleret med ANC Noise Cancellation, plus mulighed for afspilning af forskellige Noise Teknologier og/eller musik. Dertil er der i løsningen inkluderet en mikrofon for at fremme kommunikation, sikkerhed samt pulsmåler for live orientering om astronautens helbred og individuelle stress niveau.

Vi har formået at lave en prototype som visuel repræsentation. Vi er dog bevidste om at vi ikke har haft mulighed for at teste vores concept ombord på ISS, og derfor reelt ikke kan vide om vores designløsning kunne være effektiv hjælp i kampen mod den daglige støj på ISS.

Vores hypotese er at astronauterne, med dette koncept, ville have en større kontrol over hvilke lyde og støj momenter de oplever fra dag til dag. Dette kan muligvis være med til at nedjustere den potentielle kognitive påvirkning, astronauterne kan komme til at lide under.

17 Perspektivering

I øjeblikket er hele rumfartsindustrien under voldsom udvikling, med dannelsen af mange nye virksomheder som f.eks SpaceX, Blue Origin og Virgin Galactic. Disse firmaer søger alle at komme ind på det kommercielle rumfarts marked, og dette har bl.a. medført store innovative teknologiske fremskridt. Støj udfordringen på ISS er grundlæggende den samme for de tre ovenstående nævnte firmaer. Og da flere af disse nye virksomheder har langsigtede mål, om at gennemføre langdistance rumrejser, gør det problematikken omkring vedvarende støj absolut adresserende, men vores designforslag kunne være med til at løse denne problematik.

Dertil ser vi også muligheden, som tidligere beskrevet i Trin modellens utilsigtede effekter, at vores designforslag kunne sprede sig til andre industrier. Blandt andet kunne vores designløsning gøres brug af livvagter, militæret og flyindustrien. Det kan argumenteres at produktet kunne hjælpe diverse vagt industrier under støj. Her tænker vi koncertbranchen og fodboldstadion vagter.

Vores designforslag kommer dog ikke uden risiko. Denne risiko er især ved langtidsbrug af de formstøbte høretelefoner, dette kan resultere i øre infektioner og ubehandlet kan det føre til høreskader. Den psykiske risiko er en følelse af social isolering da alt kommunikation vil komme gennem et mikrofonsystem der filtreret miljø lyde.

Med disse faktorer taget i betragtning og det skulle vise sig at vores designløsning blev adopteret af den brede befolknings gruppe kunne det føre til en social isolering i form af hvad der ses med sociale medier. Da den brede befolknings gruppe kunne tænkes ville gå rundt med hovedtelefoner i en overdreven grad bare for at holde sig i kommunikations kontakt med alle deres bekendte og dermed ignorere deres nuværende omverden.

Under udarbejdelse af denne rapport faldt vi over andre mulige tiltag der kunne gøres. Blandt andet har ny forskning fra universitet i Bristol (UK), gjort den opdagelse at forskellige typer af møl-dyr har udviklet bestemte typer af lydabsorbering, for at undgå opdagelse af rovdyr som f.eks. flagermus.⁷¹ Flagermus jager ved hjælp af ekkolokalisering, og dette har gjort at nogle arter af møl har udviklet det der bliver kaldet thoraxpels, som er en pels der er passivt lydabsorberende. Fundet af dette "pels-materiale" anses at kunne være med til at udvikle nye former for ekstrem tynde passiv-lydabsorberende materialer.

Andre tiltag er at kunne tilføje forbedring til de nuværende modulvægge. For eksempel er der her i Danmark blevet lavet en "fritsvævende mellemvæg" imellem salene ved DR Byens koncertsal, for at opnå plads og akustik optimering. Mellemvæggen gør at lyd vibrationerne fra den ene sal går igennem væggen og rammer mellemvæggen, der så kan vibrere frit uden at lyd vibrationerne derved går videre ind i koncertsalen ved siden af.

⁷¹ https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-11/aso-a-msb110118.php

Vi tænker at et bedre alternativ kunne være at indtænke nyt overflade design, i ventilationssystemet specifikt, og på overflader indvendigt på ISS generelt. Dette design kunne testes i vindtunnel, for optimal støjreducing og derefter inkorporeres i fremtidige rumstations byggeprojekter.

18 Refleksioner

Ved udarbejdelse af vores rapport har vi brugt meget tid på informationssøgen via diverse internet links og sider. Dette har skabt et snævert fundament for validiteten af vores endelige designløsning. Vi forsøgte at opsætte flere interviews, og få kontakt til eksperter inden for diverse felter, og havde vi mere tid ville vi gerne have ekspanderet vores viden med interview af blandt andre Olga Bannova (forsker ansat ved Houston Universitet, med speciale i Rum Arkitektur) og Jesper Jørgensen (psykolog med speciale i rumfarts neurologi). Derudover havde vi planer om at få skabt kontakt til en astronaut, Andreas Mogensen eller en af hans kolleger, for derved at kunne interviewe en person med direkte erfaring af den problematiske støj ombord på ISS.

Vi havde også til udsigt at få kontakt til en jagerpilot, for udspecificering af kommunikation og støj, under flyvning og disses påvirkning af hinanden. Et andet ønske var en brugerundersøgelse af en arbejdsplads, hvor kriteriummet er støj, kommunikationsbesvær og isolering ligger så tæt op af forholdene på ISS som muligt. Arbejdspladser såsom boreplatforme eller maskinrum af forskellig slags, kunne være passende for en sådan undersøgelse. Vi havde også overvejet at udføre et kognitiv eksperiment både uden og med støj for at kunne måle arbejdstiden i forhold til hinanden.

Ved vores designløsning ville vi gerne have arbejdet mere på selve softwarepakken og dens indhold, da dens funktionaliteter først kom frem i vores 6. og sidste iteration, hvilket vi føler ikke giver den bedste gennemarbejdning af dette aspekt af vores designløsning.

19 Litteraturliste

Pensum

- Niels Jørgensen (2018) *Teknologiers indre mekanismer og processer*. RUC Universitet.
- Jørgensen, U. og Yoshinaka, Y. (2009). *Teknologi som genstand og vision*. Polyteknisk Forlag
- Christensen og Røpke (2009). *Forbrug, teknologi og miljø*. Polyteknisk Boghandel og Forlag
- Buhl, H. (2005). *Buesenderen*. Valdemar Poulsens radiosystem. Aarhus Universitetsforlag.
- Roland Müller (2009) *Philosophy of Technology and Engineering Sciences*. Elsevier.
- Everett M. Rogers (2003) *Diffusion of innovation*. Free Press; 5th
- Donald A. Norman (1999) *Affordance, Convention and Design*
- John R. Venable (2014) *Using Coloured Cognitive Mapping (CCM) for Design Science Research*. Curtin University
- Henver, A. R. (2007) *Scandinavian Journal of Information Systems, A Three Cycle View of Design Science Research*. University of South Florida, USA

Bøger

Poul Hansen (2011), *Ører og Hvad De Hører*. Naturhistorisk Museum Aarhus.

Axel Michelsen (1977), *Lyd og liv*. P. Haase & Søns Forlag.

Audun Myskja (2005) *Musik som Medicin - Lyd Musik og Terapi*. Borgens forlag

Hevner & March (2003) *The IS Research Cycle*

Venable, J., J. Pries-Heje og R. Baskerville (2012) *Comprehensive Framework for Evaluation in Design Science Research. Lecture Notes in Computer Science*.

Hjemmesider

Nasa: Akustik og lydisolering på ISS.

<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20100039608.pdf> - 12-07-2015

Nasa: Komponenter af rumstationen.

https://www.nasa.gov/pdf/179225main_ISS_Poster_Back.pdf - 15-02-2007

Nasa: Regler for støj på ISS.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/279.html - 28-06-2017

Nasa: Brandsikkerhed.

https://www.nasa.gov/audience/foreducators/k-4/features/F_Fire_Prevention_in_Space.html - 12-08-2004

Nasa: Forskydning af ISS operationelle liv

<https://oig.nasa.gov/docs/IG-14-031.pdf> - 18-09-2014

Den store danske: Den international rumstation

http://denstoredanske.dk/It_teknik_og_naturvidenskab/Astronomi/Rumfart/Den_Internationale_Rumstation - 12-06-2015

Arbejdstilsyn: Regler for støj på det danske arbejdsmarked

<https://arbejdstilsynet.dk/da/regler/at-vejledninger/s/d-6-1-stoj> - 01-10-2015. **Skiftede hjemmeside i slut november 2018. Arkiv af gamle hjemmeside nedenfor.**

<https://web.archive.org/web/20170202202142/http://arbejdstilsynet.dk/da/regler/at-vejledninger/s/d-6-1-stoj#h2capther3>

Musikpedia: Generel viden om lyd og hvordan den fungerer

<https://www.musikpedia.dk/frekvens> - 29-08-2018

Okalariet: Fakta om lyd

<http://www.okalariet.dk/viden-om/lys-og-luft/hvordan-bruger-vi-luft/uden-luft-ingen-lyd#.W-GnTBRsv0Q> - Tilgået 29-10-2018

Cochlear: Ørets funktion og opfattelsen af lyd

<https://www.cochlear.com/dk/home/understand/hearing-and-hl/how-hearing-works> - Tilgået 29-10-2018

CNN: Lars Ulrich kroniske tinnitus

<http://edition.cnn.com/2009/HEALTH/12/28/tinnitus.metallica.drummer/index.html> - 12-2009

Arbejds miljøviden: Almene regler ifht støj på arbejdspladser og derved de påtagede konsekvenser

<http://www.arbejdsmiljoviden.dk/Emner/Fysisk-arbejdsmiljoe/Stoej/Meget-hoej-stoej> - Tilgået 29-10-2018.

Skiftede hjemmeside i slut november 2018. Arkiv af gamle hjemmeside nedenfor.

<https://web.archive.org/web/20171224022852/http://www.arbejdsmiljoviden.dk:80/Emner/Fysisk-arbejdsmiljoe/Stoej>

Hoerelse: Lyd og dens funktion

<https://hoerelse.info/hvad-er-lyd-0> - Tilgået 29-10-2018

Acedemic group: Dansk undersøgelse om støj og helbred.

<https://academic.oup.com/eurheartj/article/32/6/737/497025> - 25-01-2011

World Health Organization: Statistik om hjertekar sygdom.

http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888.pdf - 01-06-2011

Universitets artikel: Lyd og problematikker

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1637786/pdf/envhper00310-0128.pdf> - 03-2000

Ingenør.dk: Musik og harmoni

<https://ing.dk/artikel/harmoni-giver-genklang-i-hjernen-109399> - 05-06-2010

Undersøgelse: Harmoniske lydes effekt.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3117413/> - 06-2011

Undersøgelse: Musik effekter på søvn

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/m19456998/> - 07-2009

CNN: Musiks effekt på hjernen.

<https://edition.cnn.com/2012/05/26/health/mental-health/music-brain-science> - 28-05-2012

Webmd: Hyperacusis

<https://www.webmd.com/brain/sound-sensitivity-hyperacusis>

Ashford university: musiks effekt på hjernen

<https://www.ashford.edu/online-degrees/student-lifestyle/how-does-music-affect-your-brain> - 07-06-2017

Psychology today: White noise"s effekt på hukommelse.

<https://www.psychologytoday.com/intl/blog/memory-medic/201706/does-white-noise-help-you-learn-0> - 13-06-2017

Undersøgelse: Kognitive effekter af white noise.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4630540/> - 03-11- 2015

Konsekvenser af White noise ved tinnitus

<https://jamanetwork.com/journals/jamaotolaryngology/article-abstract/2697852> - 10-2018

Time magazin: Artikel om undersøgelse af pink noise under søvn.

<http://time.com/4694555/pink-noise-deep-sleep-improve-memory/> - 08-03-2017

Cleveland Clinic: Pink noise og dens effekt på søvn.

<https://health.clevelandclinic.org/why-pink-noise-might-just-help-you-get-a-better-nights-sleep/> - 30-07-2018

Howstuffworks: Active Noise Cancellation

<https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/audio-music/noise-canceling-headphone3.htm> - tilgået 17-12-2018

Om støjabsorbenter: porøst, membrane & resonans

<https://www.troldtekt.dk/Produktegenskaber/God-akustik/Akustik-for-viderekommende/Forskellige-absorbenttype> - Tilgået 29-10-2018

Om porøst materiale

http://denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Teknik/Bygningsakustik/lydabsorberende_materialer - 20-06-2017

Ny forskning omkring thoraxpels

https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-11/asoa-msb110118.php - 06-11-2018

Nasa: Brandfarlige materialer

<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20030053428.pdf> - 06-2001

Nasa: Akustisk på stationen

https://www.nasa.gov/centers/johnson/pdf/486038main_InternationalSpaceStationAcoustics.pdf - 23-06-2003

Ask the Astronaut: Is it quiet onboard the space station?

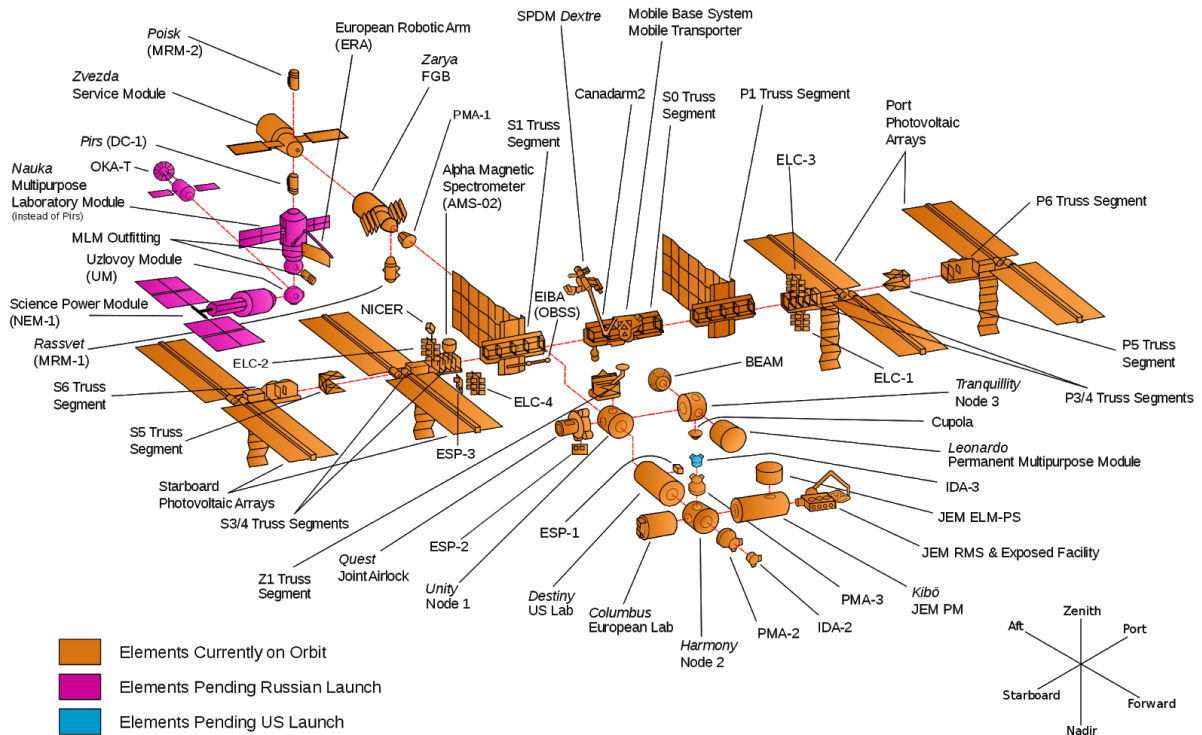
<https://www.airspacemag.com/ask-astronaut/ask-astronaut-it-quiet-onboard-space-station-180958932/> - 27-04-2016

20 Bilag

20.1 Bilag 1 ISS moduler

ISS Configuration

As of June 2017



20.2 Bilag 2 Interview: Jesper Kristiansen

Person: [Jesper Kristiansen \(Seniorforsker cand.scient., ph.d. ved Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, NFR\)](#)

Hvilken påvirkning har audio overbelastning på kroppen? fysisk/psykisk

Ved støjbelastninger under 80 dB(A) er der ingen eller meget lille risiko for høreskader, og de vigtigste helbredssekvenser skyldes især støjens kognitive påvirkninger. Derfor kaldes støj på dette niveau for somme tider for 'ikke-høreskadende støj'. Modsat betegnes daglige støjbelastninger over 80 dB(A) som 'høreskadende støj', fordi der er begyndende risiko for over tid at udvikle høreskader. Ved daglige støjbelastninger over 85 dB(A) (støjgrænsen) er der signifikant risiko for at udvikle alvorlig høreskade.

Sammenhængen mellem (høreskadende) støj og risikoen for hørenedsættelse er velkendt og veldokumenteret i internationale standarder. Støjinduceret høreskade akkumuleres normalt over flere år og gennemgår forskellige faser, og ændringerne vil i starten ofte være upåagtede. Som det første opleves typisk tab af evne til at adskille lyde og bortfiltrere baggrundsstøj. Dernæst følger en decideret hørenedsættelse. Kortvarig meget høj støj (impulsstøj) kan også forårsage høreskader. Dette sker sandsynligvis gennem direkte mekanisk skade på øret.

Man har også forsket i "stressreaktioner", fx øget kortisol udskillelse i blodet. Der er ikke sikkert forskningsmæssigt belæg for, at udsættelse for "ikke-høreskadende støj" (dvs. støj med så lavt lydniveau, at der ikke er nogen væsentlig risiko for høreskader forbundet hermed) i sig selv er associeret med akutte fysiologiske stressreaktioner. På den baggrund må det konkluderes, at det er tvivlsomt, om der er forøget risiko for helbredsproblemer pga. langvarig fysiologisk stress forbundet med udsættelse for denne type støj.

Der er belæg for, at forskellige genevirkninger, irritation, forstyrrelse af arbejdsopgaver hænger sammen med det objektive målte lydniveau, selv ved ikke-høreskadende niveauer.

Hvor er grænsen for støj ud fra din professionelle vurdering? (evt. antal decibel)

Risikoen for høreskader starter ved en støjbelastning på 80 dB(A). Dette er en grænse for arbejdsmæssig belastning i Danmark. Hvis støjbelastningen er over 80 dB(A) skal arbejdsgiveren stille høreværn til rådighed. Dvs. hvis man er udsat for et ækvivalent støjniveau lidt over 80 dB(A) 8 timer om dagen (en arbejdsdag) i et arbejdsliv på 40 år, så er der en (lille) risiko for at få høreskade. Lavere niveauer under 80 dBA kan virke forstyrrende/generende. Dette er subjektivt, og der er ikke nogen grænse for, hvornår støj er generende.

20.3 Bilag 3 Storyboard og læsevejledning

Læsevejledning

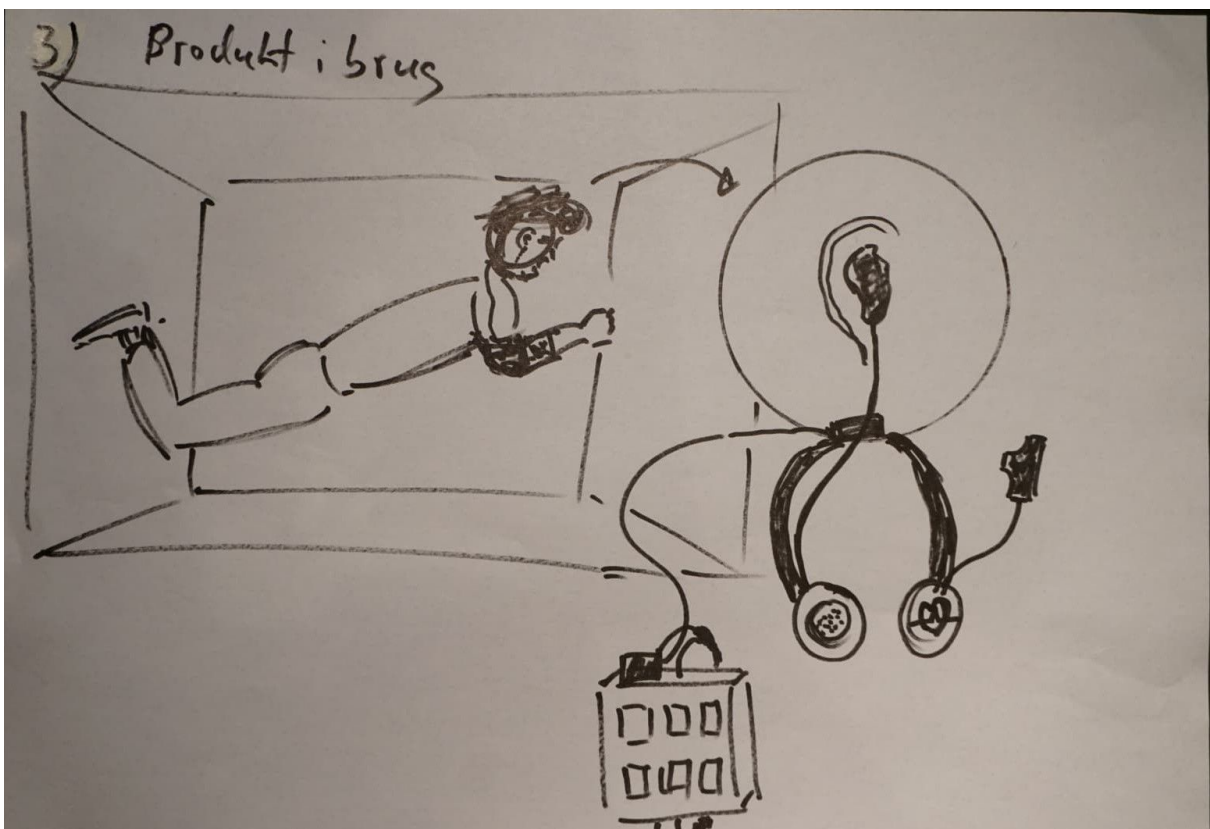
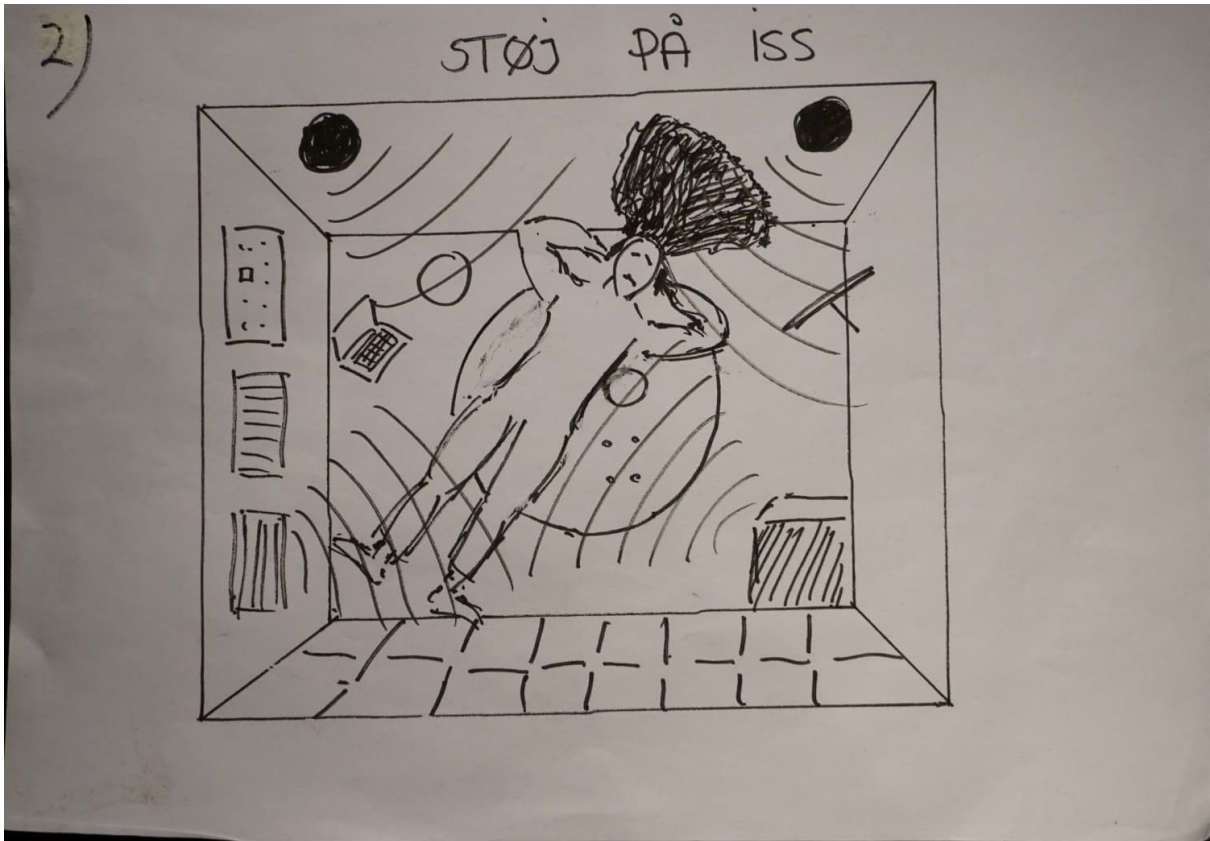
Da vi har valgt at fokusere på et produkt-orienteret design, er vores **Storyboard** en kombination af flow, hvor læseren vil kunne følge brugen af produktet i forskellige situationer. Vores hierarkiske del af Storyboardet fortæller os i større detaljer hvad vores produkt-orienteret design kan.

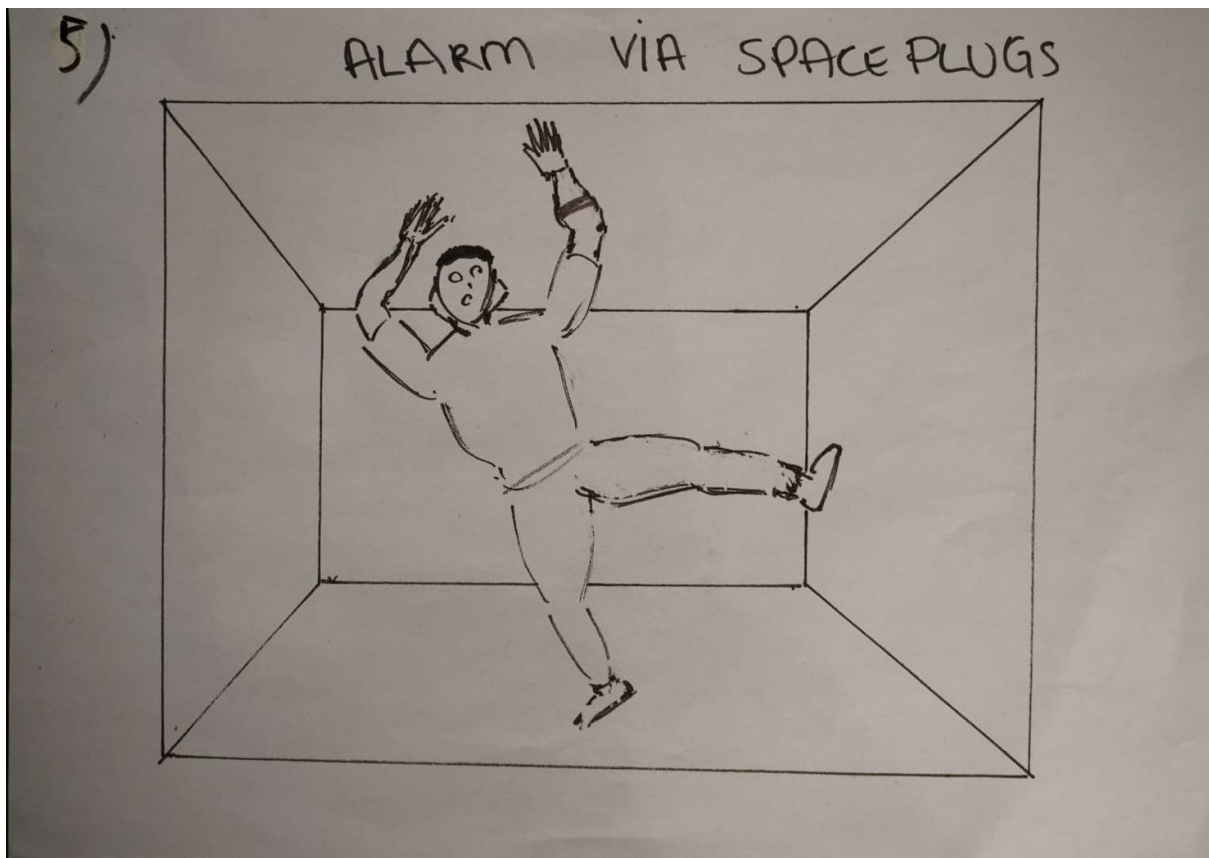
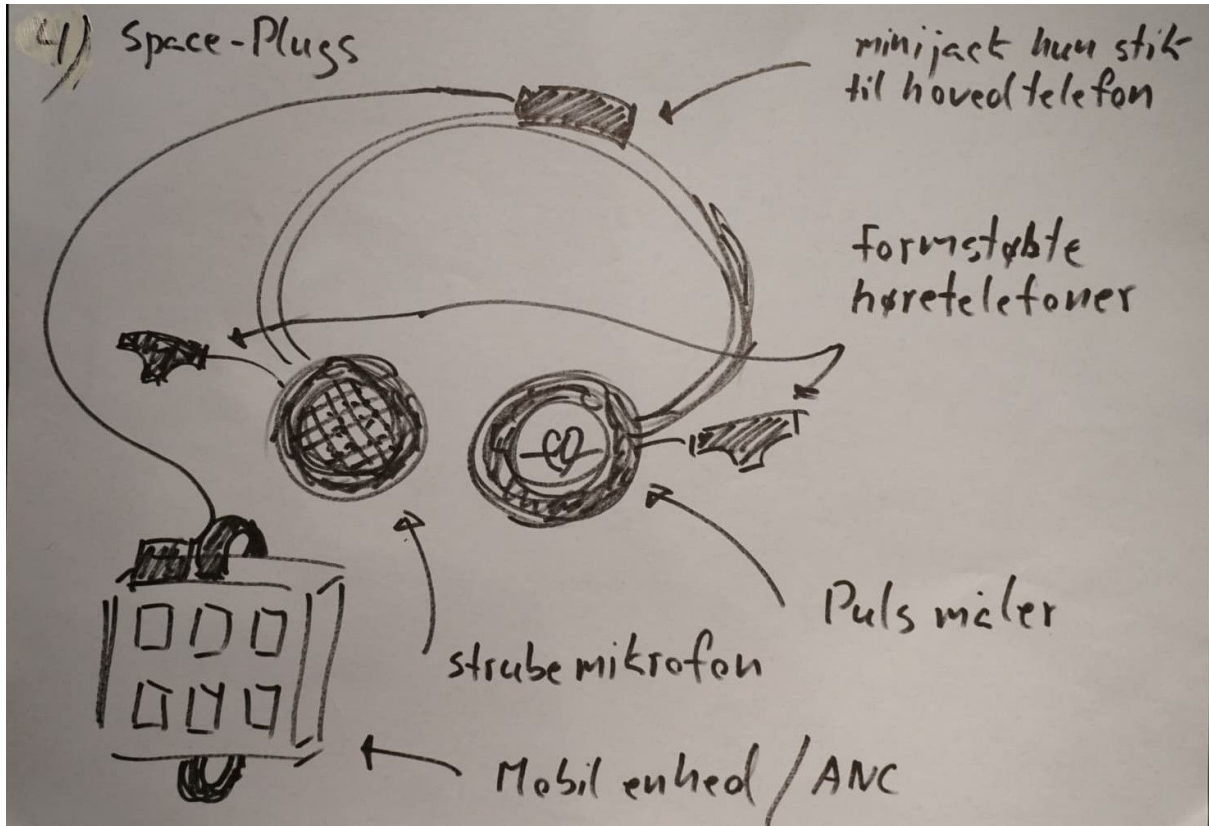
Storyboardet lægger ud med et visuelt overblik over rumstationen ISS set oppefra med Jorden i baggrunden. Derfra går blikket indad i rumstationen, hvor man kan se en astronaut der holder sig for ørerne, for at blokere for støjen der kommer fra diverse maskiner der holder astronauterne i live.

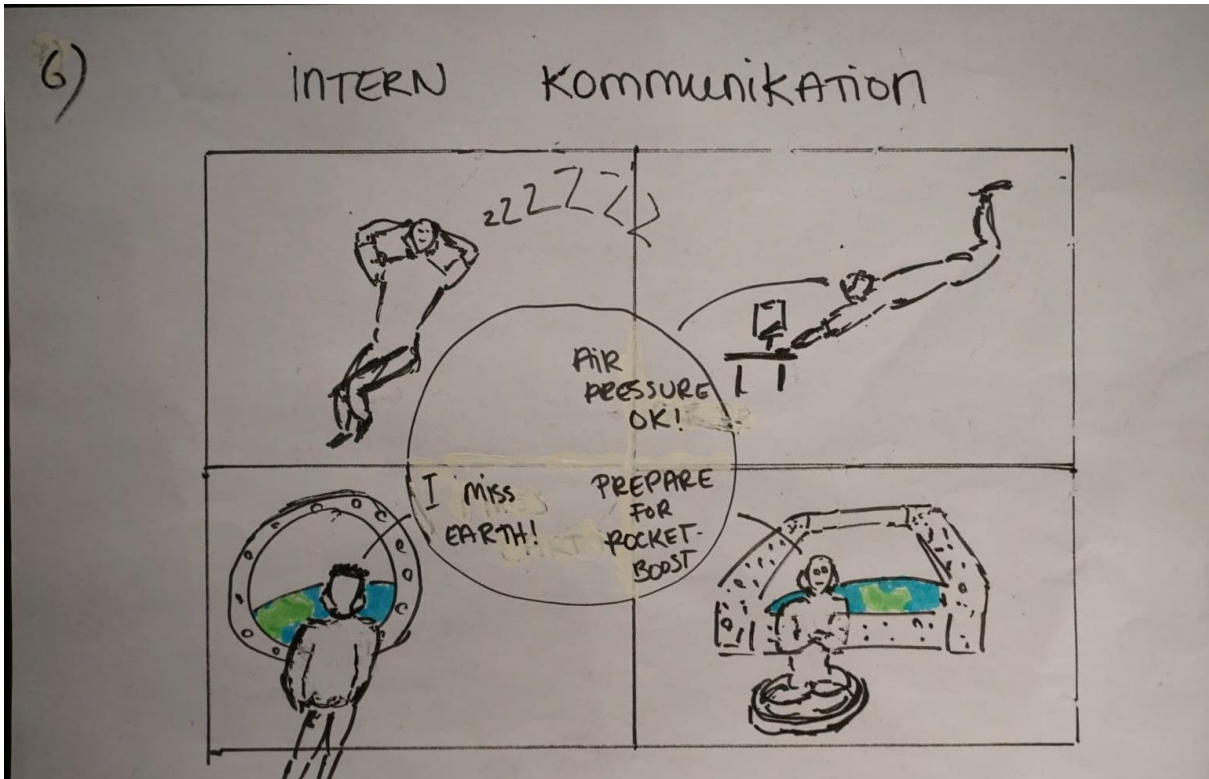
Det tredje billed i rækken viser så en astronaut som ingen problemer har med det støjmiljø vedkommende befinder sig i, da personen har et sæt Space-Plugs i ørerne der skærmer uønsket lyd. Derefter går historien tættere på selve produktet, hvor det kan ses hvilke funktioner vores produkt indeholder for at kunne hindre støjen, som er et hierarki længere oppe i følgen. Næste billed er illustration 5 som viser at ISS rumstationens sensorere giver system- og alarmmeldinger til et kommunikation system som kan gå ind og 'override' produktet.

Tilbage til Storyboard flowet er de næste billeder i rækken nummer 6 og 7 hvor det fremgår at ved hjælp af disse Space-Plugs kan astronauterne have samtaler med hinanden og korrigere som nødvendigt. De næste billeder viser ligeledes at kommunikation er i højsædet da vores løsningsfunktionen gør det muligt for astronauterne at konversere på tværs af rumstationen, samt have kontakt med kontrolrum på jorden. Billed 8 viser astronauterne have øget interesse i socialt samvær (fx playstation tid) på grund af mindsket støjmiljø.









8)

UNDERHOLDNINGSS MULIGHEDER

