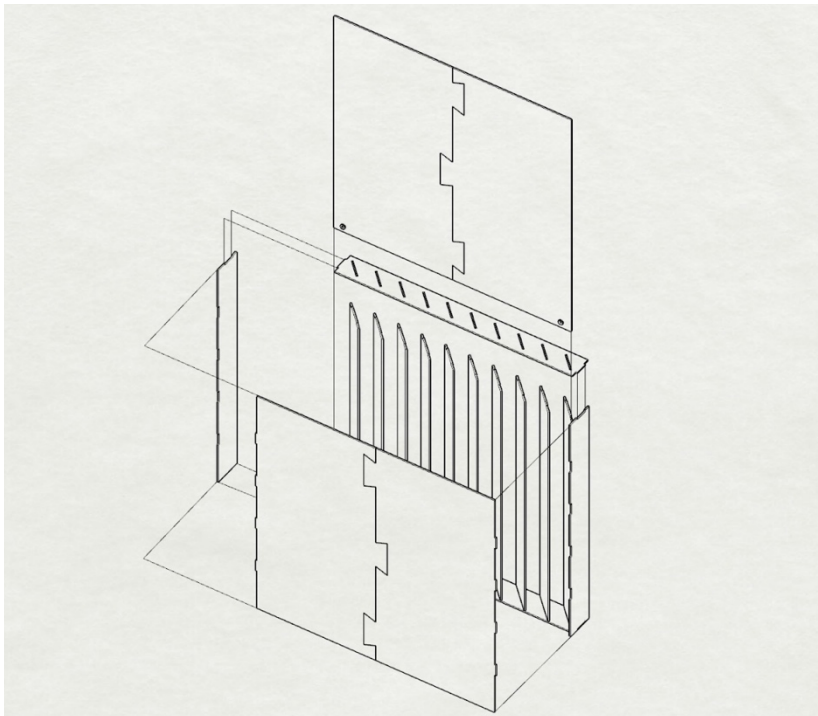


2021

Flytbare Vægge



Gruppe nr.:
V2124788821

Vejleder:
Eduardo Abrantes

Gruppens medlemmer:
Kyle Karl Pehrson Irving | kkpi@ruc.dk |
Mathias Holt Jensen | mathiashi@ruc.dk |
Peter Krause-Kjær | krausekjae@ruc.dk |
Henrik Brynjolf Jensen | brynjolf@ruc.dk |
Alexander Johannes Theodorus Broersen |
ajtb@ruc.dk |

Abstract

The open plan office has become a dominant office layout strategy in recent years. After researching the literature on side effects of the open plan office (OPO), the team has concluded that a fruitful approach to improving the working conditions in OPOs is the construction and placement of room dividers that extend above 2 meters from the floor. We concluded that the design must also be movable, and height adjustable to have the desired impact on the acoustics of an OPO. Through a design SPRINT and an iterative design process the team has produced several prototypes and one final design that we believe meet the criteria for an OPO in a modern corporation. We also discuss the popularity of OPOs despite the extensive literature on their negative effects on work environment, productivity, and employee satisfaction

Indholdfortegnelse

Abstract	0
Introduktion	1
Projekttemne	1
Problemfelt	1
Problemformulering	2
Metoder	2
Empiri	2
Informative systems	3
SPRINT	3
TRIN-modellen	3
Semesterbinding	3
Modernismen og det åbne kontor	4
Det åbne kontorlandskab	5
Afgrænsning	5
Effekter af åbne kontorer	6
IEQ	7
Akustik og Støj	9
Praktiske fordele ved åbne kontorlandskaber	11
Forskellige rumdelere – En Markedsanalyse	11
Produkt	15
Fremgangsmåde	17
Design forslag	18
Dimensionering og sammenføjninger	21
Design rationale	23
Matematisk redegørelse	25
Diskussion	29
Test af produkt	29
Metode	32
Konklusion	32
Litteraturliste	33

Introduktion

Projektemne

Da Google færdiggjorde deres nye hovedkvarter i Silicon Valley i 2005, blev det åbne kontorlandskab cementeret som den nyeste innovation i arbejdspladsteknologi. Det 46.000 kvadratmeter store rum var indrettet med adskillige glasvægge der segmenterede arbejdsområderne, for at give Google mulighed for nemt at flytte rundt, samt genindrette i forbindelse med virksomhedens massive vækst, samtidig med, at de kunne akkommodere et miljø med plads til læring, møder, og fritidsaktiviteter (Clive Wilkinson Architects, 2005). Google har senere hen udvidet og tilbygget, så deres hovedkvarter samlet set byder på 190.000 kvadratmeter, hvoraf størstedelen er åbent kontor, blandt andet tegnet af Bjarke Ingels. I Silicon Valley har Facebook deslige bygget et hovedkvarter på 40.000 kvadratmeter med plads til 2.600 medarbejdere (Schmidt-Lux, 2020). Tech-giganterne har på denne måde sat standarden for hvordan innovative og moderne virksomheder indretter deres kontorer og de er blevet efterlignet af enormt mange virksomheder som ønsker at fremstå lige så moderne.

Dog er det åbne kontor er ikke en ny ide. Det startede allerede i 1940'erne, hvor sekretærer sad samlet i store rum, som en delt pulje, til rådighed for de ansatte som sad i kontorer omkring denne (*Open Plan Design: What Have We Learned?*, 2019). Senere indførte aktiebørshandlere et åbent kontordesign i 1960'erne hvor nyansatte blev placeret. Dette gjorde det nemt at oplære en større gruppe ad gangen og motiverede de nyligt ansatte til at arbejde hårdt for at blive forfremmet ud af det åbne kontorlandskab og ind i deres eget. Og derfra er det blevet udbredt til resten af verden (Kagan, 2021).

Det åbne kontorlandskab er udbredt verden rundt og også i Danmark. De store åbne arealer kan have mange fordele for virksomheden. Dog er store åbne rum ikke altid hensigtsmæssige og er blevet udskældt af mange. Hvis kontorområdet indeholder for mange ansatte, kan det lede til støj og forstyrrelser, som har markante effekter på medarbejdernes produktivitet, trivsel og det samlede arbejdsmiljø. Thomas Milsted, arbejdsmiljørådgiver og journalist, skriver i et debatindlæg til POV; *"Hvis man vil have produktive og effektive medarbejdere, svarer dét at placere dem i åbne arbejdshaller – som regel kaldet kontorlandskaber – til at pille hjulene af cyklerne og samtidig forlange at ens team skal vinde Tour de France."* (Milsted, T., 2020).

Problemfelt

Det åbne kontorlandskab er et velkendt tiltag. Estimeret sidder op mod en 1 million mennesker, i Danmark, i åbne kontormiljøer hver dag (Danmark Statistisk, 2021). Men taget i betragtning, at der er videnskabeligt bevis for, at det hverken er godt for de ansatte eller produktiviteten, så er det interessant, at vi fortsat bruger det i så stort omfang. En god grund kan være, at det er et meget fleksibelt og let miljø at rokere på. Med de store arealer er det let at flytte rundt på afdelinger og ansatte kan hurtigt rykkes rundt eftersom forholdene på kontoret skifter. Også de ansatte kan umiddelbart hurtigt og mobilt blive flyttet til en ny afdeling eller arbejdsgruppe. I princippet skaber disse omstændigheder også et arbejdsmiljø, hvor ledere og ansatte er mere ligestillede, fordi de sidder sammen i et lokale og der ikke er nogen fysiske barrierer imellem dem.

P. Møberg Nielsen forholder sig pragmatisk til problemstillingen om åbne kontorer, og kommer med nogle konkrete eksempler på uhensigtsmæssig indretning, og kommer med løsningsforslag på disse. (*Nielsen P. 2017*) Han har skrevet adskillige branchevejledninger som omhandler lyd, forstyrrelser og optimal indretning af åbne kontormiljøer. Han skriver om et par forskellige former for

arbejdsgrupper, men som mere flydende koncepter. Ifølge P. M. Nielsen er der arbejdspladser med forskellige opgaver, forskellige funktioner og forskellige mennesker. Dette uddyber han med, at støj og forstyrrelse opfattes forskelligt. Alt dette gør til sammen, at det perfekte kontormiljø nok ikke findes. Nem og flydende kommunikation kan være nødvendigt for én gruppe, mens det for andre grupper vil være et forstyrrende element. Virksomheder og deres teams har mange forskellige opgaver: der skal både føres regnskab, planlægges, markedsføres og så skal virksomhedens produkt eller service også produceres. Så der er mange hænder og hoveder i gang på én gang. Derfor kan vi ikke kategorisk anbefale enten et lukket eller et åbent kontor til en given arbejdsplads, men må undersøge hvordan man kan imødekomme virksomhedens forskellige behov.

Vi ser at fordelene og ulemperne ikke er modstykker af hinanden, men meget flydende aspekter af samme sag. Virksomhederne har i langt de fleste tilfælde et meget varieret behov for arbejdsmiljø. Mange har forsøgt sig på at løse disse problemstillinger. Branchevejledninger (COWI, 2015) (Dansk Standard 2005) beskriver hvordan, at man kan opnå bedre forhold på arbejdspladsen, hvis man inkluderer de ansatte tidligt i indretningsprocessen. I sin bog *Nordiske forskningsperspektiver på arbejdsmiljø* beskriver Ole Sørensen også vigtigheden af inddragelse af den enkelte medarbejder. (Sørensen, O., 2012)

Mange kontorer har specifikke mødelokaler, stillerum og telefonbokse, til at kunne give de ansatte plads til fordybelse eller kommunikation, i et isoleret område på kontoret. Alternativer såsom noise-cancelling høretelefoner er også blevet populære de sidste par år. Men problemerne i åbne kontorer er langt fra blevet løst.

Vi har derfor valgt at kigge nærmere på indretningen og møbleringen af det åbne kontor. Og vi er kommet frem til at vi vil iterere på den flytbare væg, eller rumdeler. Vi kan understøtte at det enkelte individ kan have en direkte indflydelse på sin arbejdsplads, på en nem, fleksibel og funktionel måde. Vi kan arbejde med den flytbare væg, uden at skulle ændre på andre faste og fysiske rammer på de åbne kontormiljøer. Dette synes at være det optimale område at designe og forske på, for både at imødekomme virksomhedernes interesser og deres ansattes velfærd.

For at undersøge dette problem har vi udarbejdet følgende problemformulering.

Problemformulering

Er rumdelere en god løsning på problemerne forbundet med åbne kontorer?

- Hvad er den primære årsag til dårligt arbejdsmiljø i et åbent kontor?
- Hvilke løsninger findes der på dette problem i det åbne kontor?
- Kan man forbedre disse løsninger ved hjælp af en iterativ designproces?

Metoder

Empiri

Igennem projektet har gruppen samlet empiri fra forskellige kilder. Mange af disse kilder undersøger det åbne- og lukkede kontors påvirkning på de ansatte. Dataen kommer primært fra litteratur og tidsskrifter fundet gennem det kongelige bibliotek, samt bøger og branchevejledninger om emnet. Indledningsvis i projektet beskæftige vi os med undersøgelser af åbne kontorlandskaber og deres konklusioner. Ud fra disse undersøgelser beskæftigede vi os med ansattes trivsel og effektivitet. Vi har samlet en bred vifte af de løsninger der i forvejen er på markedet. Derefter har vi analyseret hvor godt de afhjælper de negative aspekter af kontormiljøet og den generelle trivsel, samt om de kan bibeholde nogle af fordelene ved et åbent kontor. Dette har vi gjort på baggrund af vores

empiriske viden om problemerne i åbne kontorer og ved hjælp af branchevejledninger til indretning af kontorbygninger. Empirien og sammenligningen af eksisterende produkter gav os et grundlag for at begynde vores design process.

Vi har også prøvet at forklare tendensen til åbnekontorlandskaber på trods af de tydelige ulemper ved disse. Det har vi blandt andet gjort ved hjælp af en perspektivering til de arkitektoniske tendenser i funktionalismen. Vi har også forsøgt at rationalisere os frem til det baseret på vores eget vidensgrundlag, da der ikke er et reelt empirisk grundlag for hvorfor åbne kontorer er så bredt anvendte som de er, det kan vi blot konstatere at de er.

Informative systems

IS blev brugt som fremgangsmåde til at opbygge opgaven, modellen har mange fordele og passer rigtig godt til projektet generelt. Det er dog værd at påpege at FEDS evalueringen der er udarbejdet af John Venable, Jan Pries-Heje og Richard Baskerville, kunne have været fordelagtigt at benytte, da modellen er bedre egnet til at finde frem til metoder der er relevante for projektet. Når det er sagt, havde gruppen allerede tidligt i forløbet en klar ide om at der skulle arbejdes med SPRINT til at udarbejde prototypen. Der er blevet introduceret mange metoder i D&K faget og det har bidraget til at IS modellens mangel på valg af konkrete metoder ikke har været helt så aktuelt.

SPRINT

Efter analysen af allerede eksisterende løsninger undersøgte vi om der var aspekter der kunne forbedres ved hjælp af SPRINT-metoden. SPRINT viste sig at være en effektiv måde at fremskynde design og beslutningsprocessen for gruppen. Vores proces strak sig over 5 dage hvor vi først idegenerede i fællesskab, dernæst individuelt hvorefter vi opsamlede vores idéer og så designede nogle forskellige prototyper. Ud fra koncepterne i disse prototyper kunne vi indskrænke vores design til en definitiv designløsning. Fordelen ved brug af denne metode, er at man maksimerer ide output, ved at have et frit miljø til at komme med ideer, der til sidst bliver indskrænket til en færdig ide. Særligt hvis man vil nå til en funktionel prototype hurtigt, er SPRINT velegnet, da det kan udføres på en arbejdsuge. Vores erfaring med metoden svarede til det vi havde lært at forvente fra vores viden om metoden. I vores projekt viste SPRINT sig at være aldeles velegnet til at samle gruppens forskellige forestillinger, tanker og designforslag til en samlet ide som vi i fællesskab kunne prototype og arbejde videre med.

TRIN-modellen

Både inden og under konstruktionen af den endelige prototype, kiggede vi på hvilke indre mekanismer der skulle inkluderes i det endelige design, får at opnå det mest elegante system. TRIN-modellen er i et vist omfang blevet brugt som en metode til at forstå vores design og til at komme eventuelle problemer med vores design i foreløbet. En vurdering af artefakterne og de indre mekanismer blev igangsat efter den første prototype stod færdig. Analysen af vores produkt gjorde os bedre i stand til at beslutte hvilke delelementer vi skulle bruge særlig meget tid på at designe hensigtsmæssigt sådan at brugere af produktet ville få den bedst mulige oplevelse og størst mulige udnyttelse af væggen.

Semesterbinding

Vores projekt er forankret i faget design og konstruktion (D&K). Her har vi ud fra vores problemformulering lavet flere desingløsninger. Her var det oplagt at bruge udvalgte aspekter af

TRIN-modellen, fra faget teknologiske systemer og artefakter (TSA), til at evaluere på vores design. IS er blevet brugt som fremgangsmåde til omdanne indsamlet empiri, metoder og teorier til design forslag. SPRINT er blevet anvendt til at rafinere designet gennem iteræringer. Vi har brugt TRIN modellen til at hjælpe med at identificere grundelementerne i vores designforslag, samt analyserer de indremekanismer og deres funktioner, på baggrund af disse har vi kunne viderudvikle effektivt på det endelige design.

Modernismen og det åbne kontor

Nye former for arkitektur sprænger ikke bare ud af ingenting. Man kan altid følge nye idéers rødder langt tilbage. Det samme gælder selvfølgelig for det åbne kontor. For at bedre kunne forstå rationalet for fødslen af disse konstruktioner, skal vi se på funktionalismen.

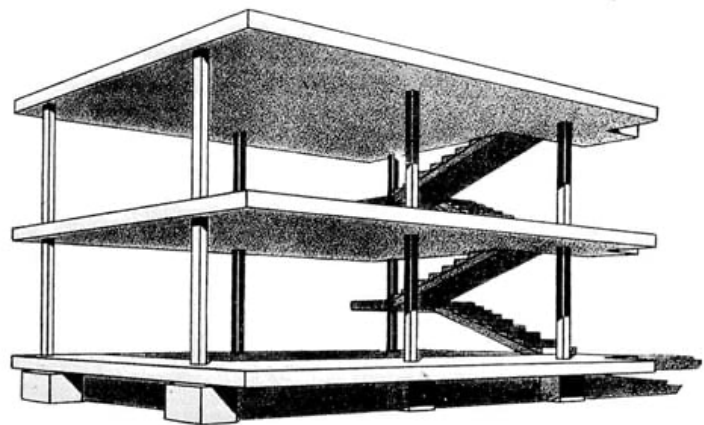
Funktionalismen er en retning inden for bygningskunst og arkitektur, som ligger vægt på, at æstetiske elementer af byggeri har taget for meget fokus; Fokuset skulle herfter rettes mod mere organiserede og teknisk anlagte konstruktioner (Marcussen, H., Gelfer-Jørgensen, M. 2020). Groft sagt betød funktionalismen, at hvis noget var i en konstruktion, så skulle det have en funktion. Det skulle ikke bare være for pynt og det udseendesmæssige. Dette blev dog ikke taget til ekstremer. Selvfølgelig måtte bygninger se pæne ud. Men det ses tydeligt i bygninger fra denne periode, at de blev simplificeret til en stor grad. Dette ses især på facaderne, på disse bygninger.

Et godt eksempel på dette er et bygningskoncept af en af de mest indflydelsesrige personer indenfor funktionalismen: Charles-Édouard Jeanneret-Gris bedre kendt som Le Corbusier.

Her ses Le Corbusiers koncept design fra 1914: *"Maison Dom-ino"*. Ligheden til det moderne åbne kontor ses allerede tydeligt her. I et manifest fra 1926 skrev Le Corbusier *"Les Cinq Points d'une Architecture Moderne"* (Jeanneret, P., Jeanneret-Gris, CE, 1926). Her beskriver han sine egne tanker om, hvordan fremtidens arkitektur skulle se ud. For os er punkt 1. og punkt 3. mest relevante.

I punkt 1, skriver han om de bærende søjler: *"De tidligere fundamenter, der bar på bygningen [...] bliver erstattet af individuelle fundamenter, og væggene af individuelle støtter"* (Jeanneret, P. et al, 1926). Her nævner han, at tidligere konstruktioner blev båret af væggene. Det var altså ydervæggen, som gik ned i bygningens fundament og bar på resten konstruktionen. Væggene skal stadig være der, men som han skriver, skal de erstattes af individuelle støtter som for eksempel søjler. Han fortsætter: *"Disse støtter skal fordeles med lige store intervaller, med ingen tanke for den indvendige arrangement af bygningen"*. Altså skal søjlerne fordeles ligeligt (se figur 1) indenfor det areal, det skal bære, og der skal ikke tages højde for den interne rumdeling. Man ender altså med et stort åbent rum.

I punkt 3 uddyber han yderligere med det åbne areal: *"Støttesystemet bærer lofterne og går helt op til taget. De interne vægge kan placeres, hvor nødvendigt, med hver etage værende helt selvstændig fra de andre"* (Jeanneret, P. et al, 1926). Le Corbusier siger altså, at fordi søjlerne bærer loftet, kan man inddele etagen som man har lyst. Hvis væggene var den bærende konstruktion – som de er i



Figur 1. *"Maison Dom-ino"* (Boesiger, W., Jeanneret P., Stonorov, O., 1964) Her ses en tegning fra 1964 af Le Corbusiers koncept fra 1914.

langt de fleste bygninger, især med begrænset etager – ville man ikke bare kunne placere væggene, hvor man ville. Han fortsætter derefter: "Resultatet af dette er absolut frihed i designet af etagen".

Dog mindre vigtig, giver punkt 4 os en god indsigt i, belysningen i åbne kontorer. Her snakker han nemlig om "Det horisontale vindue": "[...] Støtterne resulterer i rektangulære åbninger i facaden, hvor lys kan strømme ind. Vinduet strækker fra støtte til støtte og dermed bliver til et horisontalt vindue. [...]. På denne måde er rum ligeligt belyst fra væg til væg" (Jeanneret, P. et al, 1926). Siden lys kommer ind fra alle sider i jævne mængder, bliver det også nemmere at indrette et større areal, samt at spare på belysning til dette areal - en anden fordel ved åbne kontorer.

Allerede tilbage i 1914, kan vi altså se, at arkitekter havde klare tanker om, hvordan den nye bølge af arkitektur skulle se ud. Og den bølge og de medfølgende tanker ledte til disse kontorer: Fri benyttelse af etagen med hensyn til indretning, store vindus arealer, ingen bærende vægge som leder til et støttesystem, der tillader store åbne arealer. For at bringe det tættere på nutiden, springer vi frem til 1940'erne, hvor modernismen sprang ud. Her ser vi tydeligt de rødder modernismen har i funktionalismen, med de foretrukne materialer værende beton, stål og glas (Møller, V. 2013). I 1954 begyndte byggeriet på det, der ses som modernismens hovedværk: Seagram Building i New York (se figur 2.)



Figur 2 Seagram Building, New York, 1954-1958 (Møller, V. 2013)

Vi er nu gået fra funktionalismens tankegang til, at kunne se den effekt det har haft på kontorbygninger. Som kan ses på figur 3 er konstruktionens facade lavet glas, fordi det interne støttesystem tillader fri benyttelse af facaden. Den bærende konstruktion er som Le Corbusier ønskede: "[...]erstattet af individuelle fundamenter, og væggene af individuelle støtter" (Jeanneret, P. et al, 1926); en ny måde at lave flere etages bygninger var etableret. Og med alt den interne plads sådanne bygninger tillod – og den frihed i det interne design, der fulgte med – kan vi tydeligt se, hvordan åbne kontorer havde mulighed for at forplante sig i massevis.

Det åbne kontorlandskab

Vi vil i dette afsnit fokusere på projektets afgrænsning af de åbne kontorlandskaber, her vil der blive redegjort for hvilke elementer projektet har fokus på, samt hvilke arbejdsgrupper og effekter de åbne kontere har haft på medarbejderne.

Afgrænsning

Det åbne kontorlandskabs afgrænsning vil hovedsageligt tage udgangspunkt i Per Nielsens branchevejledning "Støj på kontoret".

I afsnittet om "effekter af åbne kontorer" vil vi se på nogle af de videnskabelige undersøgelser i arbejdsmiljø som er blevet lavet. Undersøgelser kigger på de mange konsekvenser, som kan følge af et u hensigtsmæssigt arbejdsmiljø. Vi vil endvidere også præsentere hvilke løsninger og tiltag man har taget i brug for at mindske disse dårlige effekter. Og derfra bygge på disse erfaringer til at introducere vores egen løsningsforslags i kapitlet "Produkt."

Ved forskellige arbejdsgrupper vil vi kort redegøre for arbejde og sammenhæng. Dernæst vil vi også kigge på, hvordan at de ansatte oplever deres arbejdsmiljø og deres individuelle forhold, ved at se på effekter på sygdom, interaktion og kommunikation, samt produktivitet. Her vil vi også introducere et evalueringsværktøj: IEQ (Indoor Environment Quality), som bruges til at lave undersøgelser, på

baggrund af mange parametre, både socialt, produktion og fysiske forhold. Derefter vil vi også se på akustik og, hvordan det er et tveægget sværd og hvilke andre fysiske forhold som man kan bearbejde akustik med. Vi vil også pointere hvordan at disse kategorier hænger sammen, og hvordan at alle parametre i mere eller mindre grad er både katalysatorer og effekter af hinanden.

De forskellige arbejdsgrupper

Før en redegørelse for hvad effekterne af et åbent kontorlandskab har på medarbejderne, så er det væsentligt at pointere at disse effekter afhænger af det arbejde som udføres. Det fremgår ikke i høj grad hvad de enkelte medarbejdere i de følgende undersøgelser har været beskæftiget med, men når det har været en faktor har undersøgelserne vist at effekten af eksempelvis larm er forskellig på baggrund af medarbejderens opgave. (Kaarlela-Tuomaala, *Helenius*, et al. 2009) Kort sagt så har koncentrerede opgaver større behov for ro end arbejde som er mere kommunikations præget. Det vil altså sige at de effekter som vi går i dybden med i følgende afsnit har større effekt på eksempelvis en regnskabsafdeling, hvor medarbejderne arbejder overvejende individuelt og koncentreret, end på en arbejdsplads hvor et kreativt team udvikler et produkt i et større samarbejde.

Opgaven som udføres på en arbejdsplads kan sjædent stilles op sådan. Det er et vilkår på det moderne arbejdsmarked at opgaver kan skifte fra dag til dag, uge til uge, etc. Denne præmis vil afspejle sig i vores designløsning.

Effekter af åbne kontorer

I en dansk undersøgelse af åbne kontorer, (Pejtersen og Feveile, et al. 2011), kunne man konstatere at medarbejdere i kontorer med flere end 6 personer havde 62% flere sygedage end sammenlignelige ansatte i enkeltmandskontorer. Undersøgelsen af kontorerne var lavet ud fra flere kontorer, i forskellige størrelser. Og konklusionen var mere eller mindre den samme, når der var tale om arbejdsmiljøer med mere en 6 ansatte, i samme lokale. Det er ikke oplyst hvad medarbejderne har været syge med, blot at de har været fraværende på grund af sygdom. Der kan være mange grunde til, at en person melder sig syg og dermed mange mulige årsager til at det åbne kontor resulterer i flere sygedage. Det kan både være individuelle årsager eller eksterne forhold. Det er på sin plads, at nævne at sygdom kan skyldes, at spredning af bakterier og særligt virus er mere udbredt i lokaler med flere mennesker tæt på hinanden.

Der er selvfølgelig enormt meget forskning på dette område i øjeblikket som vi kategorisk vælger at se bort fra, for at fokusere på det overordnede arbejdsmiljø og de oplevede effekter af åbne kontorlandskaber.

Den grad hvormed en medarbejder og deres opgave bliver påvirket af larm afhænger blandt andet af opgaven som udføres. I en undersøgelse af et finsk firma (Kaarlela-Tuomaala og Helenius, et al. 2009) som flyttede fra personlige, en-mands kontorer til en åben kontorplan, påviste de at åbne kontorer opleves som mere forstyrrende af medarbejderne, men at graden af forstyrrelse var afhængig af den type arbejde som blev udført. De har gennem spørgeskemaundersøgelse af de ansatte fundet signifikante forskelle hos medarbejdere som udfører matematisk, koncentreret arbejde, og medarbejder som førte telefonsamtaler i de to arbejdsmiljøer. Skrivning, planlægning, kreative opgaver, arbejdsrelaterede diskussioner, og praktisk organisering var ikke påvirkede af det nye arbejdsmiljø i en udpræget grad, men det er nævneværdigt at understrege, at disse opgaver heller ikke var blevet nemmere at udføre i det nye, åbne kontor.

Det vil altså sige at åbne kontorer påvirker medarbejdere forskelligt. Hvis en medarbejder oplevede deres arbejde som mere krævende, oplevede de at deres arbejde blev mere forstyrret af det nye

arbejdsmiljø. Dette kunne blandt andet ses på de håndteringsstrategier som medarbejdere benyttede sig af når de var på arbejde, hvor nogen medarbejdere var mere tilbøjelige til blandt andet at udsætte deres opgaver til efter arbejde, eller forsøge at arbejde hårdere end de plejer. Det kan i et mindre omfang også forudsiges hvem der bliver forstyrret af de akustiske forhold. Eksempelvis kunne angst være en indikator for højere påvirkning af lyde i det åbne kontor, og kvinder var mere tilbøjelige til at bruge håndteringsstrategier for at lave deres arbejde. I forbindelse med denne undersøgelse blev der ikke påvist højere udbredelse af stresssymptomer i det nye kontor, men de ansatte følte sig i højere grad mere overvåget fordi der var mangel på aflukkede lokaler, hvor medarbejdere havde mulighed for fordybelse og privatliv. (Kaarlela-Tuomaala, et al. 2009).

Åbne kontorlandskaber kan desuden have en negativ effekt på ansigt-til-ansigt kommunikation og produktivitet. Ethan Bernstein og Stephen Turban (2018) har undersøgt et Amerikansk fortune-500 firma, som i en del af en større ombygning, ville fjerne væggene i deres kontorer. De har ved hjælp af et '*sociometric badge*' målt ansigt-til-ansigt (ATA) interaktioner, imellem en stor gruppe af de ansatte. I deres første studie viste det sig at mængden af ATA-interaktioner faldt med 72% fra det konventionelle kontor til det åbne. Samtidig steg mængden af digital kommunikation voldsomt. Eksempelvis steg antallet af e-mails med 56%, samt instant-message aktivitet med 67%. Virksomhedens egne produktivitetsregistreringsværktøjer viste også at produktiviteten var faldet væsentligt i forbindelse med ombygningen af kontoret, virksomheden ville dog ikke oplyse i hvor høj en grad dette gjorde sig gældende.

Et fald i produktivetsniveauet hos ombyggede virksomheder bliver yderligere underbygget af Kaarlela-Tuomaala, et al. (2009) hvor medarbejdere i et nyt åbent kontor, sammenlignet med deres gamle enkelt-mandskontorer, selvrapporterede en væsentligt større antal spildminutter i løbet af arbejdsdagen, grundet deres nye arbejdsforhold. Årsagen til at det åbne kontor havde den omvendte effekt end man generelt ville forvente, kan potentielt forklares med nogle observationer som Bernstein og Turban lavede i deres andet, og længere studie af et åbnet kontor. De nye ramme ændrede medarbejdernes adfærd i deres arbejdsstationer. Den mest åbenlyse adfærdsændring var at de ansatte forsøgte at isolere sig selv for at undgå forstyrrelser i arbejdstiden, eksempelvis ved hjælp af store høretelefoner for at undgå støj, eller ved at forsøge at se mere travle eller koncentrerede ud mens de arbejdede, for at signalere at de ikke ville afbrydes. Bernstein og Turban viste i dette sekundære studie at ATA-interaktioner steg en lille smule med kolleger som man var i fysisk nærheden af, men at ATA-interaktioner med kolleger der var længere væk, faldt u-proportionelt mere, sådan at det samlede antal ATA-interaktioner for en given medarbejder på en given dag var faldet.

IEQ

Når man undersøger arbejdsmiljø, er det udbredt at benytte IEQ (Indoor Environment Quality) til at undersøge specifikt, hvad de ansatte er utilfredse med på deres arbejde. IEQ er en alsidig metode som både kan bruges kvantitativt og kvalitativt som består af et spørgeskema de ansatte skal besvare. Spørgeskemaet indeholder en række spørgsmål deltagerende kan besvare med en karakter

fra -3 til 3, hvor -3 er meget utilfreds og 3 er meget tilfreds. Spørgsmålene gennemgår forskellige faktorer i som menes at være relevante for den generelle trivsel på en arbejdsplads (Se figur 3.). Det vil i høj grad være relevant at arbejde med IEQ hvis der skal undersøges indvirkning af nye løsninger indenfor arbejdstrivsel.

Fordelen ved et at bruge IEQ er, at det er generelt en metode der er brugt i mange forskellige forsøg og dermed kan man nemt sammenligne resultater på tværs af undersøgelser for at finde potentielle sammenhæng i respons fra deltagere af spørgeskemaet. IEQ måler mange forskellige parametre, derved vil mange fejlkilder i de fleste tilfælde blive isolerede ud og kan udelukkes. IEQ bliver i nogle tilfælde brugt med op til otte forskellige dimensioner for at klarlægge præcis hvilke faktorer der

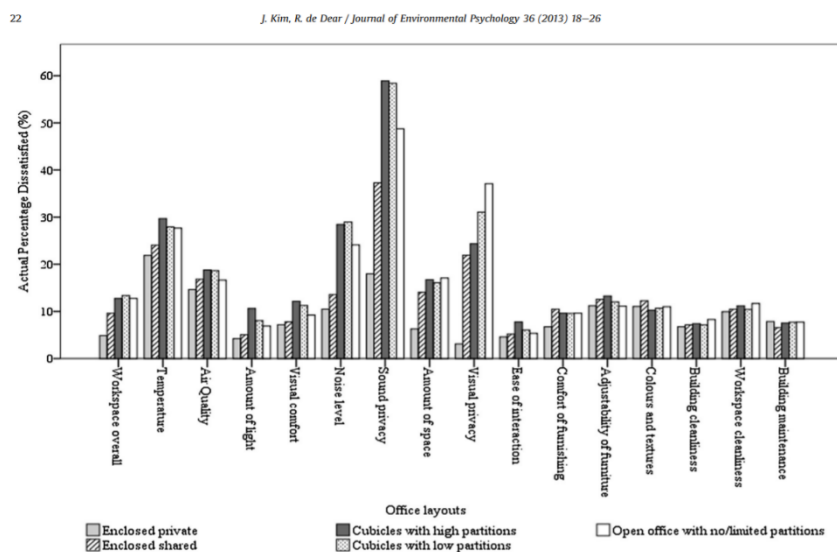
forstyrrer medarbejderne. På figur 3 ses et eksempel på opbygningen af et spørgeskema af Kim og de Dear (2013) som de brugte til at diagnosticere forholdene på en given arbejdsplads. På figur 4 kan vi se, at lydforholdene havde mest udslagskraft blandt de ansatte, under næsten alle arbejdsforhold, undtagen hos dem som havde deres egen lukkede og private ("Inclosed private") kontor.

Vi har i vores undersøgelse af litteraturen besluttet os for at fremhæve nogle af de mange undersøgelser der bruger IEQ til at måle arbejdsmiljøkvaliteten på de givne arbejdspladser for at have nogle sammenlignelige kilder og for at give os en mulighed for at have et tydeligt udgangspunkt for vores egen undersøgelse af forholdene på en given arbejdsplads.

En Svensk undersøgelse fra 2020 har undersøgt IEQ i en moderne, nybygget, åben kontorbygning. Deres konklusioner var at bygningen, fordi den var bygget efter moderne standarder, levede op til næsten alle parametre for IEQ. De to eneste parametre som det nye kontor ikke levede op til i følge personalet var lydniveau og luftkvalitet. Det oplyses ikke i hvilken grad bygningen var lydisoleret, men man kan antage at det er en faktor som man i et vist omfang var taget højde for – men at det åbne kontorlandskab er så svært at indrette, på en akustisk hensigtsmæssig måde, at IEQ er blevet påvirket netop på grund af dette (Jin og Wallbaum, 2020).

Kim og de Dears (2013) undersøgelse foretaget i Australien bruger også IEQ som værktøj til at beskrive forholdene i fire forskellige kontorer i Australien. De finder samme tendens ved åbne

IEQ dimensions	Survey questions
Thermal comfort	How satisfied are you with the temperature in your workspace?
Air quality	How satisfied are you with the air quality in your workspace (i.e. stuffy/stale air, cleanliness, odours)?
Lighting	How satisfied are you with the amount of light in your workspace? How satisfied are you with the visual comfort of the lighting (e.g., glare, reflections, contrast)?
Acoustic quality	How satisfied are you with the noise level in your workspace? How satisfied are you with the sound privacy in your workspace (ability to have conversations without your neighbours overhearing and vice versa)?
Office layout	How satisfied are you with the amount of space available for individual work and storage? How satisfied are you with the level of visual privacy ? How satisfied are you with ease of interaction with co-workers?
Office furnishings	How satisfied are you with the comfort of your office furnishings (chair, desk, computer, equipment, etc.)? How satisfied are you with your ability to adjust your furniture to meet your needs?

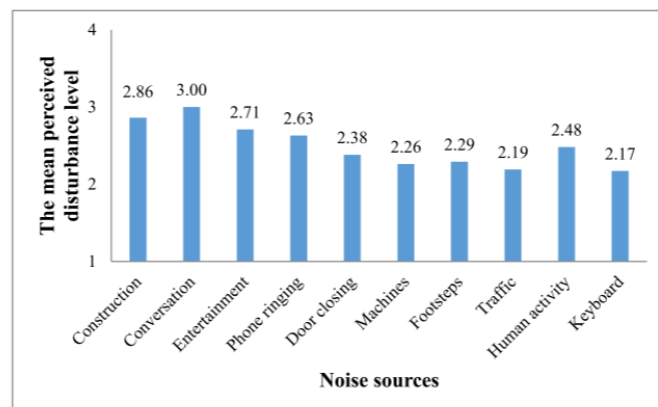


Figur 4. Resultat af IEQ-spørgeskema (Kim og de Dear, 2013)

kontorlandskaber som Jin og Wallbaum, at medarbejdere i åbne kontorer har udfordringer med lyd, og at dette gør det svært for medarbejderne at koncentrere sig. Desuden ser de et behov for mere "percieved-privacy" i de åbne kontorer, sammenlignet med de enkeltmandskontorer som også er med i undersøgelsen. I enkeltmandskontorer rapporterer de ansatte behov for mere lys, mere behagelig møblering og "Ease of interaction", altså hvor nemt det var at interagere med andre. Det viste sig dog at ansigt-til-ansigt kommunikation faldt i de åbne kontorer i denne undersøgelse, (Kim & de Dear, 2013) ligesom det også er blevet påvist i andre undersøgelser. (Bernstein & Turban, 2018)

I en tredje undersøgelse hvor man har anvendt IEQ til at måle kvaliteten af en arbejdsplads har endnu en forskergruppe påvist at åbne kontorer har en negativ effekt på medarbejdernes trivsel. De undersøger fem parametre for trivsel i et forskningsorienteret, åbent kontorlandskab; kontorets layout, temperatur, luftforhold, lysforhold og de akustiske forhold. De konkluderer på baggrund af deres undersøgelse at det parameter der har størst indflydelse på medarbejderne, er de akustiske forhold. (Kang et al., 2017)

Af de akustiske forstyrrelser på kontoret meldte medarbejderne størst frustration ved de samtaler de overhørte. Denne faktor blev målt til at være mere forstyrrende end både telefoner der ringer, maskiner og lydene fra byggearbejde. (Kang et al., 2017)



Figur 5. Forstyrrelsesniveauer (Kang et al., 2017)

For at opsummere; så er IEQ en standardiseret måde at betragte medarbejdernes oplevelse af

arbejdsforhold på en given arbejdsplads, som kan bruges både med henblik på ansatte i et enkeltmandskontor, et åbent kontorlandskab, eller for arbejdspladser derimellem. Det har gjort os i stand til at sammenligne enkeltmandskontoret og kontorlandskabet. Vi mener derfor at IEQ er meget anvendeligt til vores egen udvikling og undersøgelse af en designløsning til at afhjælpe de problemer som kan observeres på arbejdspladserne. Det er også vores konklusion, baseret på disse undersøgelser at det område hvor en designløsning kan have størst effekt er det akustiske, som i langt overvejende grad er det problem som bliver fremhævet i åbne kontorlandskaber.

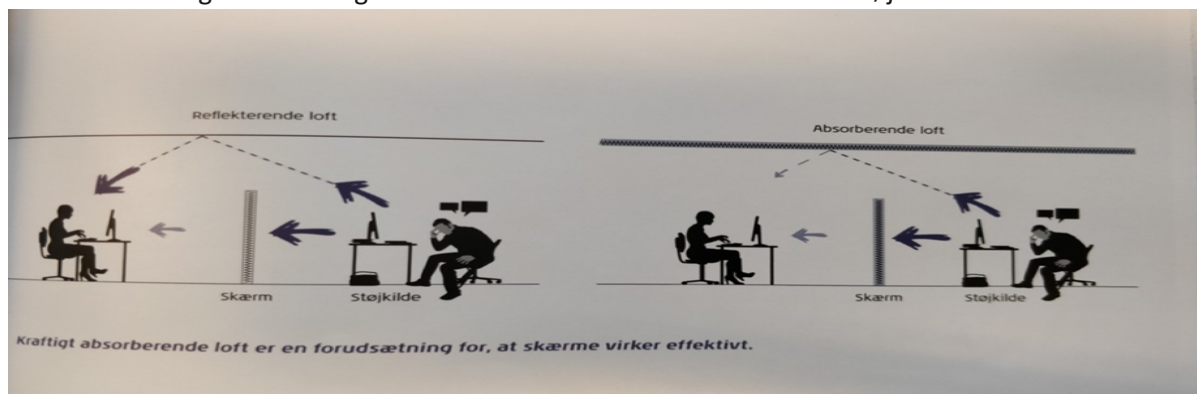
Akustik og Støj

Snak og kommunikation kan som tidligere nævnt også være en gene for andre på kontoret. Et studie (Hongisto, 2005) kigger på, hvordan produktiviteten på en arbejdsplads bliver påvirket af, hvor klart stemmerne kunne høres. I studiet blev der benyttet en STI-model (Speech Transmission Index) som inddeler samtaler ud fra forståelighed. Jo højere forståelighed, desto mere vil man se nedgang i produktivitet. Konklusionen viste at åbne kontorlandskaber ikke nødvendigvis var forstyrrende, hvis akustikken i rummet var god, men at det krævede, at man brugte en del lydæmpende redskaber. Såsom; høj lydabsorbering i selve rummet, skærme der er så tæt på loftet som muligt og lydmaskering er bare få eksempler på dette - for at komme under den anbefalede stemmeklarhed i et åbent rum. Hongisto anbefaler ansatte med kompliceret opaver har "stille" rum de kan benytte til opgaver som kræver koncentration (Hongisto, 2005). Senere blev forsøget uddybet. Et forsøgsrum blev sat op hvor man kiggede på forskellige parametre og deres indflydelse på den generelle koncentration hos de 98 forsøgspersoner. Testene bestod af arbejdssituationer hvor der var ingen lydabsorberende elementer eller lydmaskering, lydabsorbering men uden maskering, både

lydabsorbering og maskering og til sidst et scenarie hvor der var komplet stilhed. Konklusionen var at selv med lydisolering og maskeringsstøj, kunne man ikke bringe STI under det anbefalede niveau for de personer der sad inden for tre meters afstand af personens skrivebord. (A. Haapakangas et al. 2014).

Lyden i et givent lokale blev målt på et indeks (Speech Transmission Index) for at kategorisere hvordan personer i lokalet ville opleve tale, med henblik på at forbedre de akustiske forhold i lokalet. STI går fra 0.0 til 1.0, hvor 0.0 er et fuldstændigt stille lokale og 1.0 er knivskarp forståelse af tale. STI begynder at påvirke personer når den når 0.2 og påvirkningen stiger markant ved en værdi på 0.5. Hongisto fremlægger nogle anbefalinger til at holde STI under 0.2 og 0.5. For at opfylde kravene om et STI-tal under 0.2 er det nødvendigt med private lokaler til medarbejderne, med en konventionel væg mellem arbejdsstationer. For at holde STI-tallet under 0.5 i et fælles lokale er der behov for lydabsorberende elementer og lydafsørmende elementer.

Møblering er en stor faktor for lyd i kontore, da møblerne kan enten absorbere eller reflektere lyd alt efter hvilke overflade og konstruktion. For eksempel åbne reoler, bløde møbler eller lydabsorberende skærme er gode lyddæmpere hvorimod hårde overflader reflekterer lyden bedre ud i lokalet. Når lyd rammer ind i en overflade absorberes noget af lyden resten bliver reflekteret ud i lokalet igen hvis alt lyd absorberes er der snak om en absorberings faktor på 1 og således hvis ingen lyd bliver absorberet er faktoren på 0 derved er primært alt lyd reflekteret tilbage igen. Absorptionsarealet er areal gange materialets absorption faktor. Hertil har arbejdstilsynet sagt, at absorptionsarealet skal være mindst 1,1 gange gulvarealet det vil sige, hvis du har 20m² væg der har en absorptionsfaktor på 0,8 så er absorptionsarealet 20 x 0,8. Derved har væggen på 20m² et absorptionsareal på 16m². Derved kan man overveje hvilke materialer og hvor stort et omfang man vil absorbere lyden i lokalet. Herunder er loftet en af de største lyd refleksion faktorer. Ifølge P. Nielsen (2017) bliver der reflekteret mest lyd til de andre kollegaer, det kan man forbygge ved at enten installere bafler eller lave loftet af et lydabsorberende materiale (se figur 6.). Derved er loftet en essentielt ting man skal tage i mente hvis man vil reducere akustisk støj.



Figur 6. (Nielsen, 2017) "Støj på kontoret"

Det konkluderes, at et loft skal være fuldstændig lydabsorberende for at skillevægge på mellem 1.6 og 2 meter i lokalerne har en mulighed for at nedbringe STI tallet til et fornuftigt niveau. (Hongisto, 2005)

Vi kan se hvordan lyd reflekteres fra forskellige overflader og at man kan sænke lyden ved at skifte overflader eller via indretning minimere støjniveauet. Herved kan vi konkludere at vores produkt skal være justerbart og kunne gå fra loft til gulv for at maksimalt stoppe lydrefleksionen over på den anden side af væggen. Væggen kan også have et lydabsorberende materiale på dens overflader for at

dæmpe lyden endnu mere. Udover dette kan man montere akustikgardiner eller anden form for lameller for at reducere yderlig refleksion fra væggene.

Praktiske fordele ved åbne kontorlandskaber

Der er på overfladen adskillige praktiske grunde til at åbne kontorlandskaber virker som en god måde at indrette en arbejdsplads på.

”Arbejds miljølovgivningen fastsætter desuden, at ethvert arbejdsrum skal have tilstrækkelig tilførsel af frisk luft uden generende træk. Bestemmelsen dækker som udgangspunkt over et komfortkrav og har - foruden at sikre frisk luft i arbejdsrum - også til formål at fjerne fx mindre, spredte forureninger fra mennesker og materialer i rummet. (1)”

(Jensen, 2001)

Det kan opfattes som mere overskueligt at indrette arbejdspladsen efter skiftende behov og skiftende mængder af ansatte, afhængigt af virksomhedens vækst. Det er nemt at flytte kontormøbler og ansatte rundt i et stort lokale for at imødekomme nye forhold og vilkår. Vi forventer også at indretning af et åbent kontor er billigere fordi medarbejderne kan ”dele” de elementer som indgår på kontoret, eksempelvis konkrete krav til arbejdspladsen såsom lamper, udluftningsanlæg – men også dekorationer, white- og smartboards, med mere. Der er fra arbejdstilsynets side fastlagt krav om eksempelvis frisk luft som må opfattes som nemme at efterleve i et lokale som strækker sig over en hel etage.

Det er helt praktisk også nemmere at leve op til krav eller ønsker om naturligt lys, sådan at det ikke kun kommer medarbejdere som er tæt på et vindue til gode. Dette ser vi fra modernismens og funktionalismens grundtanke om fordelene ved store åbne lokaler som ikke holdes oppe af massive ydermure. I den forbindelse kan det åbne kontor også ses som en social udfligning af goder på kontoret. Ved at dele et lokale er hierakiet på kontoret mere udvasket og ledere og medarbejdere kan se deres forhold som mere eller mindre ligestillede.

Forskellige rumdelere – En Markedsanalyse

Det åbne kontor har skabt et stort marked for segmentering af lokaler. Vægge som kan flyttes rundt, skabe privatliv og give ro er der mange af, dette kan for sig selv endda ses som en bekræftelse på vores hypotese om, at der er behov for inddeling af åbne kontorer. De løsninger som findes på nuværende tidspunkt er mangesidige og er designet til mange forskellige formål, afhængigt af det givne kontors behov. Rumdelere findes også i mange forskellige prisklasser som primært er afhængige af størrelse, materialevalg, det æstetiske design, og ikke mindst den akustiske effekt. For at skabe et overblik har vi samlet en væsentlig mængde designløsninger til at inddele rum og groft inddelt dem i nogle hovedkategorier ud fra deres opbygning og materialer. Ud fra disse generelle inddelinger kan vi lave en generel analyse af de eksisterende produkter og skitsere de mest almindelige fordele og ulemper ved et givent design.

Til at analysere disse vægge bruger vi en branchevejledning fra BFA kontor, som er branchefællesskabet for Arbejds miljø, handel, finans og kontor, der har til formål at hjælpe selskaber med at indrette deres kontorer med fokus på et hensigtsmæssigt arbejdsmiljø. Vejledningen er udarbejdet af Peter Møberg Nielsen i samarbejde med branchefællesskabet i 2017. Denne vejledning er kort og generel, hvilket analysen også afspejler, men den skaber et rimeligt grundlag for at kunne opveje forskellige designløsninger op mod hinanden ud fra et arbejdsmiljømæssigt hensyn.

Vejledningen ligger frem for alt vægt på støjabsorberende egenskaber ved rumdelere, men også nogle af de udfordringer som rumdelere og skærmvægge kan have i et kontor.

De fire kategorier vi har identificeret og vil præsentere er: Stofvæg med fødder, reolen, foldeskærmen, og den solide væg.

Stofvæg med fødder

Denne rumdeler er den konceptuelt mest enkle måde at inddele lokaler på. Væggen består af en plade som står på et simpelt stativ for at holde den oprejst. Underdelen er typisk udstyret med hjul som gør skærmen nem at flytte, er der ikke hjul på er designet typisk så simpelt og let at væggen er nem at flytte alligevel. Et eksempel på denne konstruktion er en model af mærket *EcoSoft*. Denne model er 165 centimeter høj og en meter bred og står på to fødder uden hjul. Under væggen er der et mellemrum på omkring 15 centimeter. Væggen består af PET og er beklædt med stof. Dette materiale er i princippet væsentligt støjabsorberende, men væggens lave højde og frihøjden fra gulvet bevirker at den ikke kan opfattes som meget afskærmende. Et andet eksempel på denne type skærmvæg er *Edge Skærmvæggen* som er lavet af flettet polyester og måler 150 centimeter i højden og 100 centimeter i bredden. Denne skærm støder på samme udfordring som *EcoSoft*, i kraft af dens lille størrelse. Ifølge BFAs vejledning er sådanne dimensioner kun anvendelige til afskærmning når man sidder ned bag dem, selvom valget af et lydabsorberende materiale er en klar fordel når man vil mindske generel støj og rumklang i et lokale. Det anbefales specifikt at en skillevæg afbryder sigtelinjen mellem talerens mund og modtagerens øre, (Nielsen P. 2017) en grænse som de laveste vægge ikke kan imødekomme medmindre en, begge, eller alle, personer sidder ned. Disse vægges ringe længde på en meter lægger desuden op til at flere vægge skal benyttes for at afskærme en eller flere personer i et givent lokale. Når et kontor har behov for at bruge flere vægge til at afskærme et område, er det vigtigt at mellemrummene er så små så muligt for at opnå en reelt afskærmende effekt, (Nielsen P. 2017) hvilket kan være besværligt med disse relativt smalle og lette eksempler.

One Screen fra Lintex er et bedre bud på en afskærmende stofvæg. Den er med sine 170 centimeter er bedre egnet til at afbryde sigtelinjerne mellem lydes afsender og modtager og den måler i øvrigt 228 centimeter i bredden, hvilket gør det nemmere at afskærme en hel arbejdsstation med et enkelt element. Det anbefales i BFAs vejledning at en skærmvæg skal være 2/3 af lokalets højde, så en *Lintex One Screen* ville være effektiv i et lokale med en loftshøjde på omkring 2,5 meter, forudsat at loftet har nogle lydabsorberende kvaliteter. (Nielsen P. 2017). Et nævneværdigt aspekt som producenten af *One Screen* også fremhæver, er at de bløde, stofklædte elementer kan bruges som opslagstavle. Det kan de to førnævnte vægge angiveligt også, dette er dog ikke nævnt, selvom det er en væsentlig fordel for produkterne at de kan opfylde mere end et formål.

Den billigste model er *EcoSoft* som forhandles til omkring 1.800 kroner hos forskellige forhandlere, mens *Lintex One Screen* fås for op til 6.000 kroner. Prisforskellen afspejler nogenlunde forskellen i størrelse hvilket gør produkterne sammenlignelige og gør dem til en billig løsning til at afskærme og absorbere lyd på et kontor, selvom effekten kunne være større. Fælles for disse er at de er nemme at flytte rundt hvilket er et attraktivt aspekt af en rumdeler på en arbejdsplads hvor der er behov for forandring.

Reoler

Vægge og skærme kan godt opfattes som asociale og kan være i modsætning til en given virksomheds brand. Ved hjælp af en høj reol kan man inddele lokaler på støjabsorberende og høflig måde. Reolens fag, hylder og bagside fungerer som effektive støjabsorberende elementer ved at indfange lydbølger (Nielsen P. 2017) Den lyddæmpende effekt bliver højere når man sætter bøger og

andre genstande på hylderne. Et eksempel på en reol markedsført til rumdeling er en *Seaford Reol* som med sin højde på 185 centimeter kan afbryde sigtelinjen mellem taler og lytter, den er dog meget stilistisk designet - uden fag og bag plade – og er derfor uegnet til at stoppe lyd, hvis ikke den bliver fyldt helt op med lydabsorberende objekter. *Kallax* fra IKEA har 6 hylde og 6 fag organiseret i relativt små kvadrater i en ramme på 182 centimeter på begge sider og ville uden bag plade angiveligt standse og absorbere en væsentlig mængde lyd. Konstruktionen vejer dog 57 kg og er i den helt tunge ende af lydisolierende rumdelere vi har indsamlet. Denne vægt vil desuden kraftigt forøges hvis man fylder den med ting. *Kubus* fra Ran-play er også en kvadratisk ramme med kvadratiske hylde, lavet med fag og hylde, plus en bag plade som gør denne løsning til den teoretisk med afskærmende i dette afsnit. Dette betyder også at designet vejer 72 kg, for at kompensere for dette kan møblet leveres med hjul.

Reoler er tunge, og jo tungere de er desto bedre bliver de til at absorbere lyd. Det må dog konstateres at deres flytbarhed falder med deres vægt – hvilket gør dem til mere permanente installationer end for eksempel før nævnte stofvæg. Vi har ikke kunne finde nogen eksempler på reoler som var mere end 2 meter høje uden at de æstetisk fremstod som lagerreoler, sandsynligvis fordi det er ekstremt uhensigtsmæssigt at placere ting på hylde i 2 meters højde. Fordi kontorreoler ikke er højere, ville en løsning med reoler heller ikke fungere i et relativt højloftet lokale uden stærkt lydabsorberende materiale i loftet. Reolen er stadig et godt supplement til lydabsorbering, men kan ikke bruges til at inddеле rum i det omfang vi søger.

Foldeskærmen

Foldeskærmen, eller det vi har valgt at kalde den japanske foldeskærm, er en betegnelse for tynde, sammensatte skærme som kan foldes ind og ud efter behov. Skærmene består af en ramme, betrukket med stof eller papir og den samlede skærm består typisk af imellem 3 og 6 af disse elementer som er forbundet med hængsler. Designet er meget simpelt og nemt at forstå for en almindelig bruger; betjening foregår ved at skærmen foldes ud i den længde man ønsker og fordi der er vinkler mellem del-elementerne, står konstruktionen stå, uden hjælp af fødder eller støtte fra loftet.

Den japanske foldeskærm har desuden to væsentlige fordele. Den ene er at væggen fylder meget lidt når man slår den sammen, dette gør opbevaring af overflødige vægge nemt. De fleste skærme af denne type kan opbevares i et skab uden problemer. Den anden fordel er at konstruktionen giver mulighed for forskellige designs på stof eller papirdelen. Det er relativt trivielt for en producent at bytte betrækket ud med forskellige mønstre eller imiterede overflader, hvad vi kan se på for eksempel *Wall de Luxe's* serie af skærme som kan bestilles i 1.050 forskellige designs.

Boligcenter.dk har også en japansk foldeskærm som kan købes i forskellige farver og som måler hele 240 centimeter i længden, hvilket er den længste rumdeler vi har trawlet frem i vores bilag. Denne gode længde skal ses som et udtryk for den praktiske fordel ved at kunne slå konstruktionen sammen, da en solid konstruktion i samme mål ville være svær at flytte rundt.

Japanske foldeskærme fås dog sjældent i størrelser over 175 centimeter i højden, og med en simpel overflade af stof eller papir må disse design betragtes som de mindst støjabsorberende rumdelere vi har betragtet. Dette skyldes formentligt at japanske foldeskærme primært er tiltænkt hjemmet hvor støj og koncentrationsbesvær sjældent er afgørende faktorer i indretningen. Foldeskærmen skal derfor højst ses som et supplement til indretningen af et kontor og ikke en central del af opbygningen af afskærmede arbejdsstationer.

Solide vægge

Det design som kommer nærmest en almindelig væg er den klassifikation vi har valgt at kalde solide vægge. De solide vægge kan genkendes ved at de består af et relativt solidt element som står på jorden. Disse vægge har ikke hjul, eller fødder som holder dem en nævneværdig afstand fra gulvet og de bærer præg af at være mere permanente løsninger til rumdeling. Det solide element som væggen består af kan derfor laves af et materiale som lever op til vores forventninger til støjabsorberende materialer.

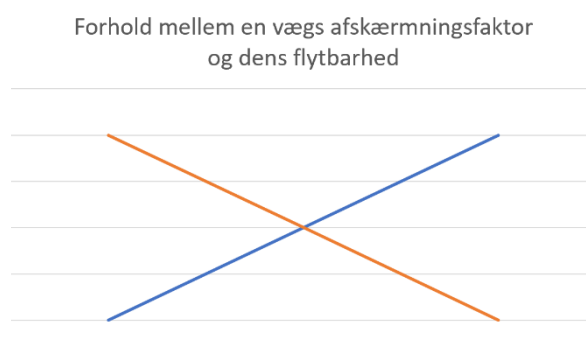
Skærmvæg Duo og *Lugn* er to eksempler på at man kan implementere nogle relativt gode egenskaber i dette design. De består begge to af flere lag træ med riller i de yderste lag til at absorbere og afskærme lyd. Denne konstruktion gør dem også tunge de vejer henholdsvis 27 og 14 kg, på trods af at de kun er 150 og 140 centimeter høje og begge er en meter brede. Til *Duo* modellen kan dog tilkøbes en overdel, som består af en ramme med glas i som er 40 centimeter høj og vejer 10 kg. Dette får designet op på en størrelse hvor den opnår en optimal højde til at afskærme et lokale (Nielsen 2017).

Det er i denne klassifikation af vægge vi ser den største spredning af materialevalg. Dette er eksemplificeret af *2Rethink's REMOSS* væg som er en ramme med levende mos. Mosset vokser på et net og lever af lys og fugtigheden i luften og behøver derfor ikke vand. De to førnævnte eksempler, *Duo* og *Lugn* er begge lavet i bøgetræ, desuden er der mange eksempler på vægge i glas. Fordi der er mindre fokus på flytbarhed og mere fokus på æstetiske og lydabsorberende materialevalg er denne klassifikation en tiltalende designløsning til halvpermanente inddelinger af store rum.

Markedsbehov

Som det tydeligt kan ses på ovennævnte eksempler, så er der mange designløsninger på de udfordringer som store kontorer er indbyggede med. Der er ingen mangel på flytbare vægge som er lavet af støjabsorberende materialer eller er konstrueret på en støjabsorberende måde. Der er også mange løsninger som kan afskærme mellem støjklude og modtagere i kraft af deres højde. Dog har vi ikke fundet vægge på meget mere end 2 meter i højden. Disse konstruktioner er ikke anvendelige i lokaler med mere end 3 meter til loftet, da de så ikke lever op til tommelfinderreglen om at en skærm skal stå i 2/3 af højden af et rum (Nielsen 2017). Denne regel fordrer i øvrigt at loftet er støjabsorberende hvilket ikke er givet i en bygning af eksempelvis beton.

På baggrund af denne analyse ser vi et behov for at tilbyde en væg som er støjabsorberende og kan strække sig mere end tre meter op til loftet og kan slås ned igen og flyttes når behovet opstår i et givent åbent kontor. Løsninger som går op til loftet findes allerede, i yderste konsekvens som det vi kender som en væg, en indbygget konstruktion som står fast og opdeler bygninger i rum. På den anden ende af væg-spektrummet er så de flytbare produkter som vi har forholdt os til i dette kapitel. Vores analyse indikerer at dette spektrum er tungt befolket i yderkanterne; vi vil derfor foreslå et design som befinder sig på midten af dette, og forener fordelene ved begge modsætninger.



Figur 7: En illustration vi har lavet til at visualisere forholdet mellem flytbarhed og afskærmning

Produkt

Gennem projektet har vi arbejdet ud fra Hevner og Salvatore's IS model (se figur. 8). Følgende er en redegørelse for hvordan modellen fungerer og hvordan den har haft indflydelse på vores design.

Information systems er en sammensætning af to evaluerings systemer. Systemet er udtænkt af Alan R. Hevner og Salvatore T. March. Fordelen ved at bruge IS er at den dækker visse ulemper ved de pågældende researchteorier og bibeholder samtidigt fordelende.

Design science beskæftiger sig med at lave designløsninger og evaluerer på dem løbende. Det er et system, der benytter sig af at blande teorier med kreativitet til at udforme en design løsning. Formålet med design science er at evaluere om et design opfylder behovene som var tiltænkt, dette foregår som regel i flere iterations processer, hvor der konstant udvikles på designet. Udfordringen med dette system er, at processen kan, gennem iterationsprocessen, afskærer produktet fra det område eller den institution det er tiltænkt til og derfor kan ende med at lave en løsning, på et problem der ikke eksisterer i virkeligheden, hvilket gør designet ubrugeligt.

Adfærds science bygger på at bruge information omkring menneskelig adfærd til at danne hypoteser og teorier som kan anvendes af andre forskere. Det er et system der er baseret på indsamling af empiri og bygger derfor oftest ovenpå allerede eksisterende information til at uddybe informationsfladen. Udfordringen med systemet er, at det primært er et værktøj til at skabe viden om hvilke teorier forskere kan bruge til deres undersøgelser og egner sig derfor ikke godt til at designe fysiske løsninger.

Systemet indebærer tre hovedparter, der kombinerer de overstående science discipliner. Først er der miljø der indebærer de virksomheder eller institutioner der har et behov, der skal løses. Ved at identificere behovet og den gruppe man laver løsningen til, gennem indsamling af empiri, sikres det at artefaktet man designer har relevans for miljøet det skal implementeres i. Interessenterne her er menneskene der arbejder i miljøet, deres roller, samt deres evner. Endvidere organisationens struktur, kultur, processer og strategier og til sidst hvilke teknologi der er indfattet i miljøet, elementer som fx infrastruktur, strukturen for kommunikation og potentialet til udvikling kan alle være relevante at undersøge, alt efter projektet.

Den indsamlede empiri fra miljøet bearbejdes og understøttes i research delen, teorierne beskriver adfærd og fænomener der kan forudses og derfor kan forbedres ved at introducere forandring. Teorierne kan løbende analyseres og forbedres, som projektet forløber.

Vidensbasen er den design orienterede del af modellen. Her bliver allerede eksisterende fundamenter og metoder brugt til at sørge for, at den viden man tager med i sin research, er så præcis som overhovedet muligt. Vidensbasen fungerer som grundlaget for selve problemløsningen, det er her problemstillingerne bliver omsat til sprog så de lettere kan identificeres. Der bliver også udvalgt hvilke metoder der kan tages i brug for at løse problemet mest effektivt og hvordan løsningen i sidste ende implementeres.

Data fra vidensbasen overføres til research delen hvor den sammen med teorierne fra miljø bruges til at designe en problemløsning. Gennem flere iterationer af evaluering og opbygning af teorier og artefakter bliver designet styrket efter hver iteration og den viden der er blevet tilegnet fra evalueringen genbruges og bygges videre på, henholdsvis i miljø og vidensbasen.

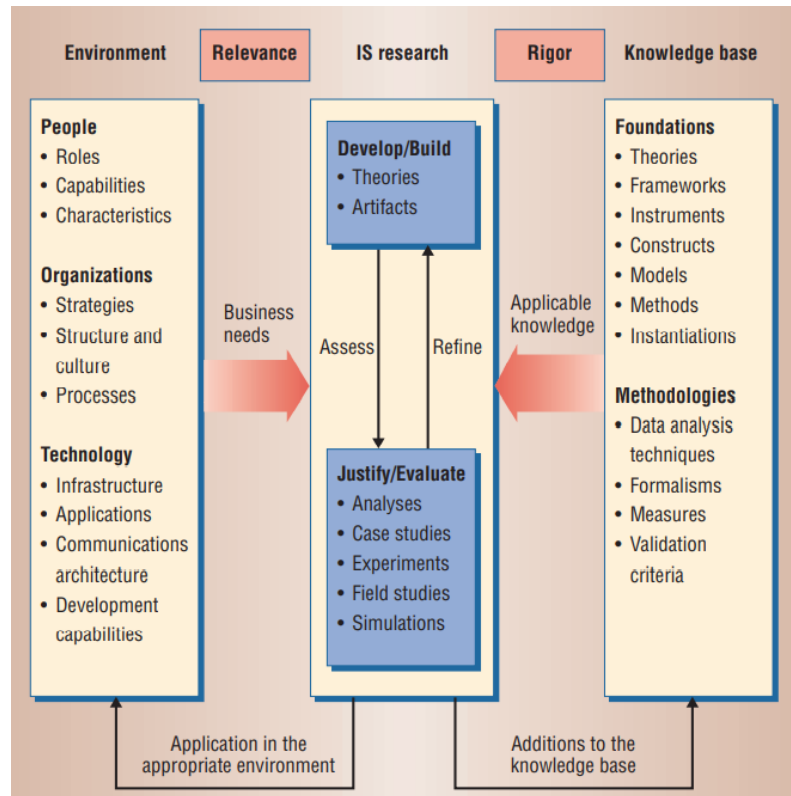
IS danner et fundament der muliggør at arbejde med løsninger der har en god vidensbase, med samtidig høj relevans for det miljø det introduceres i. Perspektiverer man IS til vores opgave, ses en klar sammenhæng.

Konstruktionen af en flytbar

væg indebærer ikke kun et design- eller et adfærdsproblem, men bygger på begge. I et område hvor der er tale om forbedring af arbejdsmiljø gennem et artefakt er IS et fremragende værktøj til evalueringen af denne, da kombinationen af de to discipliner muliggøre at arbejde i en socioteknisk dimension. Udover den sociotekniske dimension, sikrer evalueringsmodellen at der er en stringent vidensbase bag artefaktet.

Formålet med at designe en bedre designløsning, gennem en optimeret runddel er baseret på erfaringer fra andre studier, omkring arbejdstrivsel på åbne kontorer. Dette er grundlaget for at skabe en evidens for, at der er et behov der skal udfyldes. Sammen med de tidlige prototyper kan forløbet betegnes som at være en formativ evalueringsproces. Formativ evaluering kendetegnes ved at tage udgangspunkt i noget man gerne vil forbedre. Gennem indsamling og analyse af empiri dannes der et grundlag for handlinger, der kan tages for at optimere på det der kom før. Løbende som man får samlet mere empiri, eller kommer på nye designs opstår feedback, der kan bruges til at forbedre designløsningen. Tager vi dette projekt for eksempel, er det hvordan en runddel kan gøre det åbne kontor en mere effektiv arbejdsplads. Før man kan sætte sig for at optimere produktet, er det nødvendigt først at redegøre for hvilke ulemper der er - dels ved åbne kontorer og dels for de løsninger der allerede eksisterer. Dernæst skal der designes prototyper, som forbedres gennem iteration. Til sidst kan det ses om hvorvidt designet opfylder de behov man summativt har opstillet.

Empirien indsamlet stammer primært fra undersøgelser der har en naturalistisk karakter. Altså undersøgelser der ikke beskæftiger sig meget med naturvidenskabelige laboratorie forsøg, men mere med det menneskelige aspekt af evalueringsspektrummet. Der bliver forsket i sammenhæng mellem fænomener og gennem observation af mennesker, det kan gøres ved hjælp af for eksempel: case/feltstudier, felt eksperimenter, samt spørgeskemaer, ud fra hvilke der dannes konklusioner af de pågældende resultater.

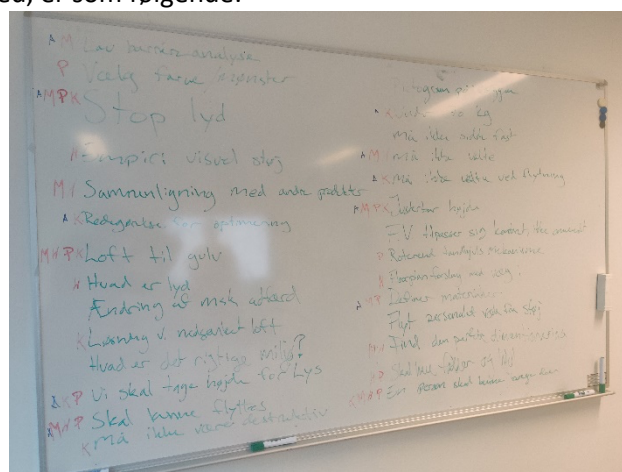


Figur 8 En illustrativ model af IS (Hevner et al. 2003)

Fremgangsmåde

På baggrund af overstående kapitel har vi lavet et designforslag som tager højde for vores vigtigste konklusioner. For at skabe en solid ramme for ide generering, benyttede vi os af SPRINT-modellen. Der var på forhånd lagt en udførlig plan for processen, hvori det blev forventet, at der ville være en design løsning færdig ved ugens slutning, så der var mulighed for at påbegynde produktionen af prototypen i den efterfølgende uge. I den første del af SPRINT'en brainstormede vi om, hvilke funktioner vi gerne ville have vores design opfyldte. Forslag blev løbende skrevet op på et whiteboard, i takt med at de blev præsenteret. Efter brainstorm, fik hvert gruppemedlem ti stemmer de kunne fordele ud på de design funktioner de mente var mest relevante for projektet. De forslag der kun havde én eller ingen stemmer blev fjernet og på den måde fik man tyndet funktionerne ned til de mest essentielle. Funktionerne vi endte med, er som følgende:

- Stopper lyd
- Går fra loft til gulv
- Tager højde for lys
- Flytbar
- Vejer under 70kg
- Må ikke være ødelæggende for gulv og loft
- Skal være stabil
- Skaber privatliv
- Justerbar højde
- Skal kunne betjenes af én person



Figur 9. Indsnævring af kriterier for vores design ved hjælp af SPRINT

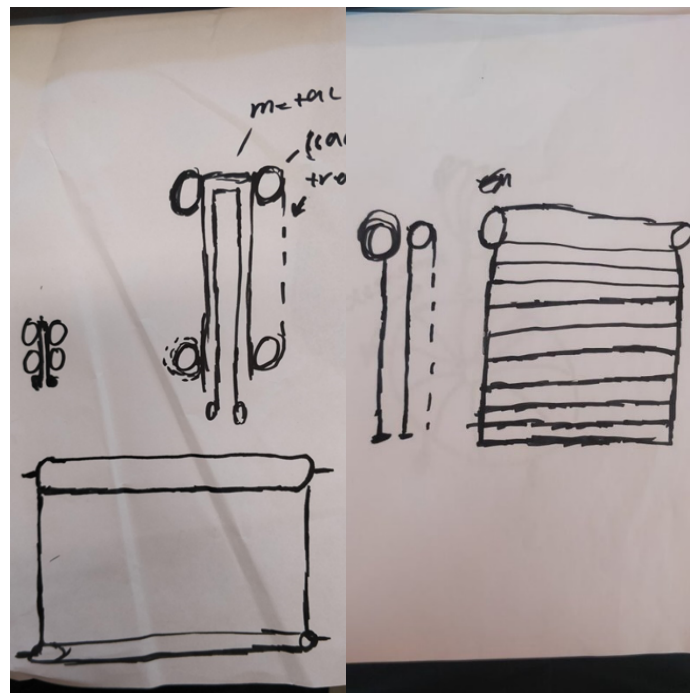
Dagen efter gik vi i gang med at brainstorme ideer til et konkret design. Første fase var at komme på design løsninger og tegne dem ned så de kunne præsenteres for de andre gruppemedlemmer, dernæst havde man mulighed for at gå sammen om at videreudvikle på hinandens ideer, eller sammensætte en eller flere ideer. Det var i særdeleshed interessant at se, hvor mange forskellige løsninger man kunne finde frem til, for at forsøge at opfylde så mange af de overstående funktioner, blandt andet: en væg der kunne fungerede som et rullegardin, en væg af elastisk materiale, en væg der, ved hjælp af en tandstang, der var monteret til et tandhjul, med et håndtag for enden kunne skubbe en plade op fra midten af væggen og en lamelvæg med to plader, i top og bund, der kunne justeres af en drejemekanisme inde i væggen. Efter at have præsenteret ideerne for hinanden igen blev der arbejdet videre med koncepterne der til sidst blev til fire prototyper.

Design forslag

Rullegardin væg

Rullegardins væggenes koncept er, at væggen skulle virke ligesom et rullegardin med en stål- eller plastik kæde som virker ved, at når man trækker i snoren bevæger "væggen" sig op eller ned. Selve væggen/gardinet er lavet af planker af træ og et holdbart/lydisolerende stof som ville filtrere lyden igennem stoffet og derved formindske lyd, ved at man kan hejse væggen op og ned vil man kunne regulere lysindfaldet efter brugerens eget behov, derudover skulle rammen være justerbar så man kunne pakke den nemt sammen og transportere den.

Gardin-væggen kunne rulles sammen efter behov, og fyldte således ikke særlig meget. Modellen benyttede et stålskellet indenunder selve gardinet, med hjul i bunden for let transportmulighed efter brug.



Figur 10.

Lamelvæggen

Lamel-designet er lavet til at mindske indkommende lyd, blandt andet ved at omdirigere indkommende lydølgerne og derved mindske rumklang, men også ved at have overflader med forskellig højde, der bidrager til at svække lydølgerne når de rammer imellem lamellerne. Der er lameller på begge sider af væggen for at optimere de lydabsorberende funktioner, både for dem der benytter sig af den, men også for dem der sidder på den anden side. Væggen er lavet til at være justerbar i højden. Dette ville gøres ved at en person i hver ende af væggen hvier i en snor indtil væggen har den ønskede højde. Snoren, der har en lille fjeder i enden, vil så fæstnes i et af flere huller i bunden af siden, for at holde den fast. Fjederen sørger for at holde hejsepladen i spænd mod loftet.



Figur 11.

Moltonvæggen

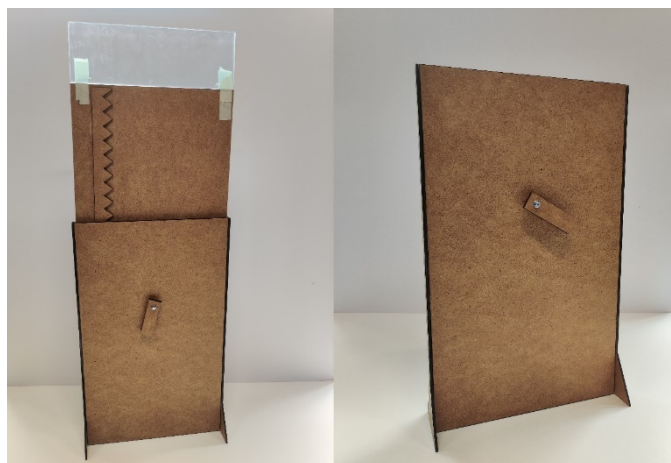
I dette design er der valgt at bruge molton, som er et lydabsorberende stof, der oftest bliver brugt i lydstudier eller på teater. I bunden af kassen for neden ligger en rulle molton, hvor toppen er spændt til en justerbar arm, der kan forhøjes eller sænkes efter behov. Under designet af denne løsning blev der også kigget på transportmuligheder for selve kassen, hvor moltonrullen ligger i. Hjul kunne gøre det nemt at fjerne anordningen fra sted til sted for hurtig opsætning, eller eventuelt en møbelhund, så der ikke er behov for at fjerne hjulene efter opsætning. Idéen var at sætte velcro på siderne, så man kunne sætte flere vægge sammen, for at dække et større areal. En designudfordring ved denne løsning er at den udfordrer opfattelsen af hvad en traditionel væg er og derfor kan, i teorien have svært med at skabe en følelse af privatliv for forbrugeren. Designet egner sig dog fremragende til brug inden for musik, teaterbranchen eller kunne benyttes til møder eller konferencer og kunne videreudvikles til dette formål.



Figur 12

Solid-væg med tandstang

Denne mere eller mindre solide væg blev bygget for at undersøge mulighederne i en mekanisme med et indre tandhjul og en tandstang. Tandhjulet i denne model er forbundet direkte med håndtaget på ydersiden og når den drejes bliver det indre vægmodul løftet op ved hjælp af tandstangen som kan ses i figur 13. Denne mekanisme kunne gøres væsentligt mere brugervenlig ved hjælp af en gearreduktion. Dette ville gøre løftearbejdet nemt, men mere tidskrævende. Det viste sig, at der var mange design udfordringer forbundet med tandhjul- og tandstangs-mekanismen: For at lave en balanceret løftemekanisme var der i princippet behov for at producere to mekanismer, en på hver side, hvilket ville have kompliceret konstruktionen væsentligt. En gearingsmekanisme ville komplicere konstruktionen yderligere.



Figur 13.

I øvrigt skulle vi designe en låsemekanisme som kunne holde konstruktionen oppe, hvad der også viste sig at være kompliceret.

Glaspladen i toppen af væggen er et element som viste sig at være værd at tage med til det endelige design. En bekymring ved en flytbar væg som strækker sig hele vejen til loftet er, at den kan blokere de eksisterende lyskilder i lokalet. For at undgå at brugeren blokerer sig selv fra eventuelle naturlige lyskilder og lignende, er en løsning at sætte en gennemsigtig plade i toppen af konstruktionen for at lukke lys ind. Den gennemsigtige plade giver også en følelse af lethed i konstruktionen som, som vi allerede har opdaget i størrelsesforhold 1:5, kan blive noget voldsom eller tung at kigge på.

Solid væg med tandstang 0.5

En meget tidlig og mindre vellykket prototype lignede den solide væg med tandstang kan ses på figur 13. Den væsentligste forskel var, at det gennemsigtige element i toppen var opbygget af to plader som var klappet sammen inde i den nedslåede version og foldede sig ud når den blev frigjort af konstruktionen som kan ses på figur 14 fordelen ved denne mekanisme i toppen er at kontaktflade med loftet bliver væsentligt større, og at man derved forbygger at væggen, når den bliver hejst, gør skade på loftsplader eller lignende. Mange lofter er opbygget af plader som hænger i et system under betonloftet og det er i mange tilfælde nemt at flytte elementerne med relativt lidt tryk. V-formen ville ydermere, ved hjælp af vinklen på de to plader skabe nogle gode akustiske forhold, fordi lydene ville blive reflekteret mere op i loftet, fremfor over på den anden side af den flytbare væg. Materialerne i dette element kunne sagtens være gennemsigtige for at give lysindfald, ligesom i overstående eksempel.



Figur 14. Tidlig prototype med V-formet topstykke. (side)

Fødder og hjul

Når det kommer til transport af vores designløsning, så har vi tænkt på flere forskellige løsninger. Vi vil her uddybte to af løsningerne; *indbygget hjul* og *monterbar hjul*.

De indbyggede hjul er gemt inde i bunden af væggen. Når der drejes på håndtaget så løftes hjulene op, og konstruktionens bund lægges direkte på gulvet, og derfra kan den bære sig selv, til at den støder mod loftet.

Alternativt ville vi designe en støtte fod som kan sætte på sidderne af væggen (som det sees på figur 15).



Figur 15 Idé til skjulte hjul, som sidder under væggen. Billedet er taget fra ylightning.com

Det monterbare hjul ville være en iteration af en pladehund, som vil passe med væggen dybde og bund. Endvidere var idéen at have væggene på store vogne, ligesom med selskabsborde ofte er. Så kan man transportere flere vægge af gangen.



Figur 16 flytte store og tunge

Design indsnævring

På den sidste dag i vores SPRINT besluttede vi at koncepterne fra væggen der bestod af lameller skulle indkorporeres med den solide væg. Dette var primært for at holde dybden i konstruktionen så lille som mulig, da en dobbelt lamel løsning ville vi risikere at komme op på en dybde af 50 centimeter, hvilket ville nedskære et rums areal betydeligt.

Vi betragtede yderligere at både ideen med gardin- og molton-væg ville egne sig bedre til arbejde på teater eller i et make-shift lydstudiet grundet deres lyddæmpende natur og evnen til at sætte dem op hurtigt og fjerne dem nemt efter brug, samt at produktet potentielt ville fylde mindre end de andre modeller.

Den indre mekanisme blev ændret til et talje-system, for bedre at kunne holde til vægten af pladen og fordi systemet endte med at fungere som et naturligt stop, når pladen er i yderposition. Produktion af en fysik prototype blev i igangsat dagen efter. Et hold gik i gang med at tegne prototypen digitalt, imens resten af gruppen arbejdede med at bestille materialer. I slutningen af dagen var en prototypen i målestoksforhold 1:5 færdig.

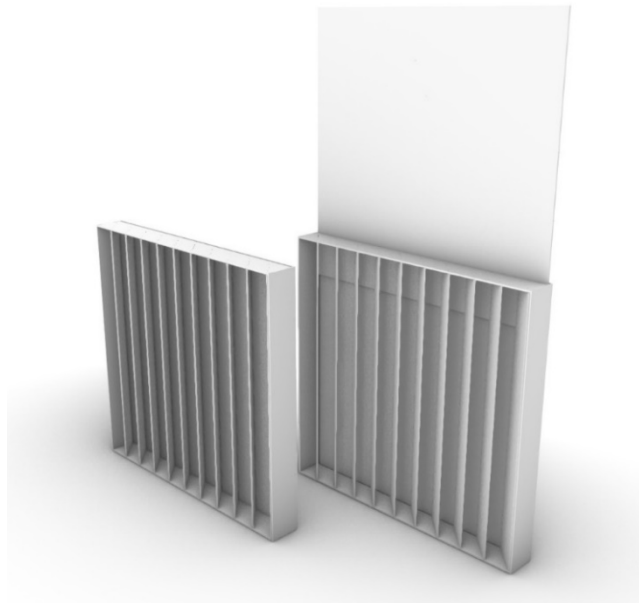
Dimensionering og sammenføjninger

Gennem hele designprocessen, helt tilbage fra SPRINT (se figur 9.) har vi haft nogle tanker om dimensioneringen af vores væg. Højden fra starten af, var vi meget enige om: Den skulle være 2 meter (med hejsepladen i bund-position). Det skulle den være, fordi døre for det meste er omkring 2,1 i højden. Muligheden for at flytte væggen mellem rum, ind og ud af elevatore, og så videre er essentiel; væggen skal være flybar. Bredden var vi lidt mindre fastsat på. Sparringen gik mellem 1,2 meter bred og 2 meter. Vi endte med at vælge 2 meter – logikken værende, at med den bredde ville man skulle bruge mindre antal vægge for at dække en given længde. Det ville også mere plads til taljerne, så der ikke blev for snævert. Med hejsepladen i øverste position ville den være lige under 4 meter høj. Det valgte vi, da den højde dækker mange kontorers maksimale lofthøjde (se figur 17 for hejsepladen i de 2 yderste positioner). Hvad angår sammenføjningerne tog vi en minimalistisk tilgang. Vi ville gerne undgå metalbeslag og vægtgivende materialer så hvidt muligt. Siden lamellerne er vinklet med 45 grader fra top og bundpladen virker de som afstivere og gør det muligt at undlade afstivende beslag. Hvis lamellerne var viinkelrette på top og bundpladen, ville afstivende beslag være nødvendigt for konstruktionens stabilitet. Med CAD (Computer Aided Design) som Fusion 360 og de CNC fræsere vi havde til rådighed, kunne vi designe produktet med relativt små tolerancer. Altså samles trædelene som et slags puslespil (se figur 18 og 19). Efter ”puslespillet” er samlet, vil skruer holde det sammen, så det ikke falder fra hindanden. Lim blev også overvejet, men det ville hindre os i at skille væggen sikkert ad til redesign eller eventuelt afskafning. Efter vi var blevet enige om dimensioneringen og sammenføjningerne, kunne vi begynde at modellere vores tegninger til endelig produktion.

Modellering

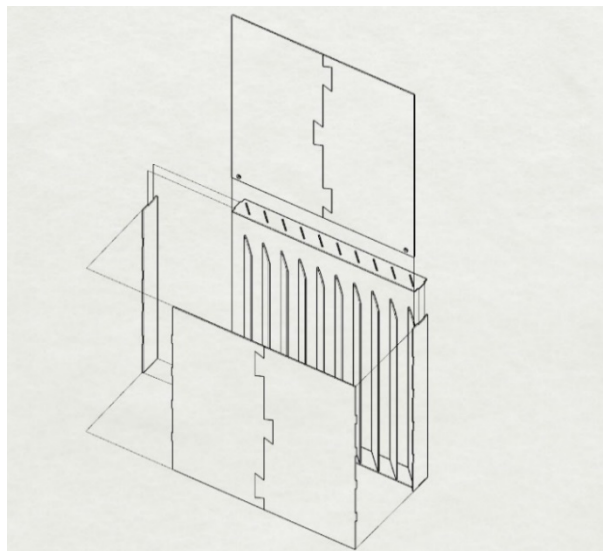
3D -modellering

For at forberede os til at lave et færdigt produkt producerede vi en 3D model af produktet i *Rhino 7*. 3D modellen hjalp os med at teste størrelser og placeringer af elementerne før vi skulle producere dem. Hovedparten af de første prototyper er tegnet og designet i 2D og skåret ud i MDF-plader på en laserskærer. Det betød at tolerancerne i materialet var relativt høje og at præcise mål ikke var helt nødvendige, desuden er MDF meget billigt og fejl i produktionen er nemme og billige at rette såfremt de opstod.

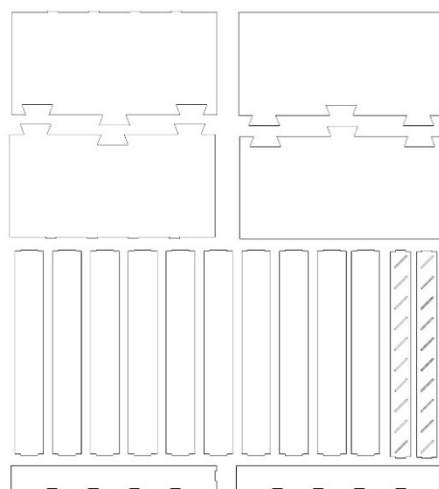


Figur 17.

Den endelige prototype i 1:1 blev lavet i 12 mm finerplader som blev skåret på en CNC-fræser. Fordi materialet har tykkelse (12 mm) ville en 2D tegning (figur 19) være mangelfuld til at visualisere og fremstille produktet. I det at vi bevægede os over til at producere prototypen i 1:1 var den fysiske tolerance for fejl betydeligt lavere. Ved at lave en 3D model med alle 2D elementerne fra prototypetegningerne kunne vi identificere flere steder hvor elementerne ikke passede sammen og skulle tegnes om. For at fremhæve et eksempel, så var lamellerne for lange på indersiden af konstruktionen til at der ville være plads til hejsepladen. Havde vi produceret elementerne direkte i CNC-fræsere med de oprindelige tegninger, havde vi ødelagt 3 fulde finér plader som kun havde været til at rede med en meget betydelig mængde sandpapir og arbejde på alle 10 lameller. Fejlen blev rettet i CAD-programmet, sammen med nogle andre små problemer, på et par minutter. Det tog omkring en halv dag for ét medlem af gruppen at tilrettelægge 3D modellen og den har formentligt reddet en del ekstra arbejde.



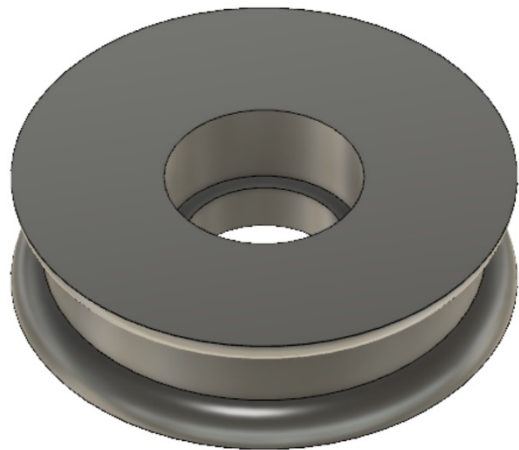
Figur 18.



Figur 19

Taljen

Taljen, du ser på figur 20 er designet rundt om det udvalg af kuglelejer vi blev givet. Vi vidste fra starten af, at vi ønskede at udnytte kuglelejer i vores taljer for at mindske friktion i mekanismen, Så efter en kort tur i rodekassen af kuglelejer fandt vi vores kandidat. Da vi ikke havde meget plads at arbejde med hensyn til taljens bredde var vi lidt begrænset i de kuglelejer vi kunne bruge vi endte med at finde en, der var 6 millimeter i bredden, hvilket gav os 6 millimeter til at passe skruer, skiver og møtrikker ind; ikke meget room-for-error, men med *fusion360* gjorde det nemt at tilpasse målene.



Figur 20. fremstilling af taljen i fusion 360

På figuren øverst på siden ser vi taljen. Hullet i midten er der, vor kuglelejet placeres. Som kan ses, er der en lille "læbe" i bunden af hullet, så kuglelejet stopper det rigtige sted, når man presser det ind i taljen. Det sikrer, at der er plads på den anden side til en møtrik uden den stikker ud af taljen. Kuglelejets ydre diameter er 16 millimeter – for at undgå brugen af lim til sammenføjes lavede vi hullet, du ser på figur 16 15,8 millimeter. Kuglelejet sidder altså fast kun med friktion. Det har den fordel, at man kan trykke kuglelejet ud igen, hvis det skal bruges til noget andet eller, hvis taljen knækker. Havde man limet, ville man risikere, at limen kom ind i lejet og hindret dets funktion. Lejet blev trykket ind med en skruestik, for at påføre jævnt og kraftig tryk på lejet.

Design rationale

I dette kapitel vil vi gå ind i de indre mekanismer der bliver brugt i den færdige prototype, samt de mekanismer der blev overvejet under produktionen af produktet. Vores mekanisme hører ind under en gruppe man kalder for simple mekanismer, som også vil blive redegjort for gennem kapitlet. Til sidst vil artefakterne brugt i produktet blive uddybet, samt hvilken effekt de har udenfor de indre mekanismer.

Talje- og hjulspils-mekanismen viste sig at være nemmere at lave på flere fronter fordi den kræver væsentligt mindre præcisionsarbejde at producere, der er færre bevægelige dele og kontaktflader, og den er nemmere at lave en lås til. Man ville kunne gøre brug af et håndspil, der har en indbygget skralde og bruge den som lås.



Figur 21.

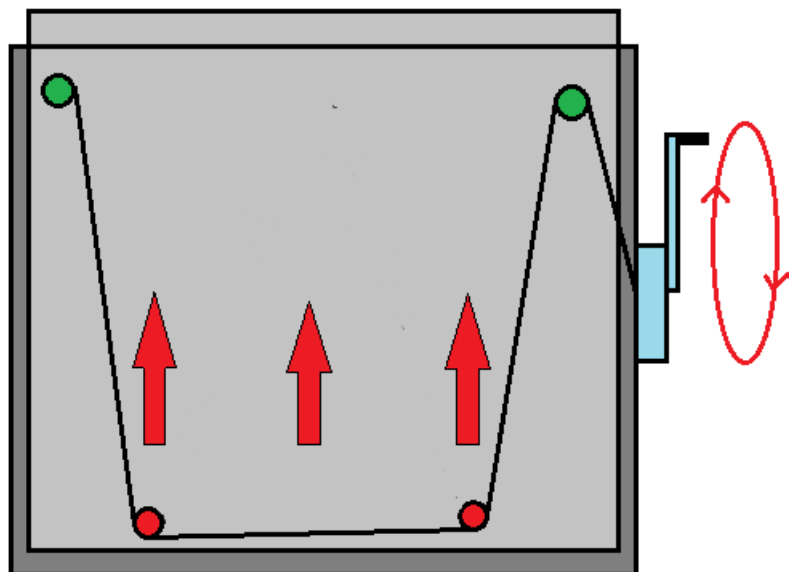
En talje er meget enkel, og virker ved at omdirigere retningen man løfter objekter. Den bruger rebets friktion mod dens overflade, i stedet for tænderne på et tandhjul, til at overføre vægten til rebet. Talje-systemet fungerer ved at fordele vægten fra et objekt ud på flere punkter, i det her tilfælde, på et eller flere reb som bevæger sig på taljerne. Vægten bliver fordelt ud på flere punkter, samtidigt med at retningen man skal tilføje kraft, ændres og resulterer dermed i at objektet bliver lettere at løfte. Bruges der kun en talje bliver vægten dog ikke fordelt og det vil kun være punktet, hvor vægten bliver løftet fra, der bliver ændret. Der er mange forskellige måder at bruge taljer på, ens for dem alle er dog at jo flere punkter med reb, desto mere vægt vil der blive fordelt. Til vores prototype valgte vi at bruge et system med fire taljer og et fix-punkt. Der vil blive monteret to taljer på toppen af bagvæggen, de er fordelt henholdstvist til højre og venstre med fix-punktet til venstre og den højre talje sat til et håndspil, der er den aktive del af systemet. I bunden af midterpladen er der monteret to taljer, som er fordelt så de ligger forskudt fra taljerne foroven, så de danner en trapez, der vender på hovedet. Så snart man drejer på håndspillet, hiver rebet taljerne i bunden og toppen sammen og på den måde hæves midterpladen op fra selve konstruktionen.



Figur 22 :Vores egen illustration af taljernerne placering

Et håndspil bliver brugt til at løfte objekter med reb eller snor. Det er i bund og grund en tromle forbundet til et håndtag og har ofte en låsemekanisme i form af en skralde, så rebet ikke falder ned så snart man slipper håndtaget. Et håndspil vil oftest have tandhjul for at danne en gearreduktion. I dette tilfælde, vil tromlen være fastsat det tandhjul, der har kontakt med håndspillets arm.

Håndspillet er monteret på af væggen og fungerer som starten af inputtet til væggen mekanisme, som overfører bevægelsen fra håndtaget til talje-systemet.



Figur 23. her ses hvordan taljemekanismen fungerer. De grønne cirkler repræsenterer taljerne der er monteret på bagvæggen og de røde dem der er monteret på midterpladen.

Tager man et kig på elementerne udenfor de indre mekanismer, kan man snakke om funktionerne på pladerne der danner strukturen af væggen, samt det lydabsorberende materiale. Udover at være hoveddelen af strukturen har krydsfinerpladerne den funktion at skærme brugeren for visuelle forstyrrelser. Ved hjælp af hævesystemet, forstærker man yderligere den afskærmende effekt i takt med at pladen når loftet. Endvidere har hævesystemet en fleksibilitets funktion i og med at pladens

højde kan tilpasses med loftets højde, det vil sige at konstruktionen til en vis grad, alt efter rummets størrelse, er justerbar.

Et godt design, der skal kunne bruges i hverdagen, skal have høj affordance for at sikre sig at blive brugt hensigtsmæssigt. Affordance er et begreb der beskriver hvor let et produkt tilkendegiver dets hensigtsmæssige funktion, sagt med andre ord, hvor let produktets funktion/ intention kan gennemskues. I forhold til den flytbare væg, vil der umiddelbart være tale om høj affordance i form af at det er et objekt der er blevet brugt på arbejdsmarkedet før og derfor ikke vil kræve at forbrugeren skal justere sig til et helt nyt fænomen. Dernæst kan hejsefunktionen, som til dels ikke er noget man har set ofte i den her sammenhæng, stadig argumenteres for at have høj affordance, da håndtaget fra håndspillet giver en klar indikation af hvad den kan bruges til. Det ville være en mulighed at sætter pile eller andre instruktioner for at "guide forbrugeren", men disse løsninger ville umiddelbart være redundante, ud fra hvor simpelt væggen er designet i forvejen. Endvidere kommer væggen ud til forbrugeren i samlet form, hvilket vil sige at der ikke er små dele der skal sammensættes, til en større struktur og at der ikke er komplicerede instrukser som individet skal sættes ind i. I designet er der også taget højde for at konstruktionen ikke skal splittes ad efter brug og bare kan fjernes når der ikke er behov for den længere.

Matematisk redegørelse

Midterpladen, der skal hejses i vores væg har en vægt på omtrent 22kg. Det ligger i den vægkategorie, hvor vi må vurdere, hvorvidt dette løft er sundhedsskadeligt ifølge arbejdstilsynets standard (Arbejdstilsynet, 2005).

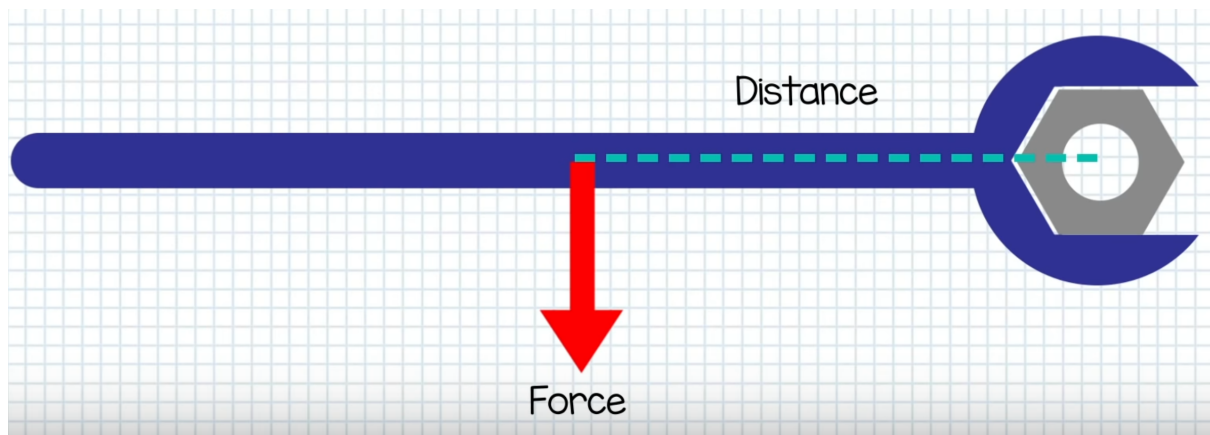
Så i stedet for at antage, at en gennemsnitlig kontorarbejder må løfte pladen, vil vi lave nogle beregninger for; at give en bedre indsigt i hvordan mekanismen virker, og redegøre for hvordan at vi har reduceret løftet af midterpladen, ved hjælp af et håndspil og et talje system. Vores hejsemekanisme kan deles ind i tre parter:

- Håndspillet: Armen med håndtaget, man drejer i, samt tromlen, der indvikler rebet.
- Gear reduktionen: Tandhjulenes størrelse, og hvordan et påvirker den kraft, der kræves
- Taljerne: Taljernes opsætning, der gør den krævede kraft mindre eller større

Før vi kan kigge på de individuelle parter i vores system skal vi først have redegjort for nogle forskellige begreber og teoretiske modeller indenfor fysik og matematik.

Drejningsmoment

Drejningsmoment er en betegnelse for den kraft, der agerer på om et drejepunkt eller en aksel. Hvis man skal have en skrue ud, påføre man altså et hvis drejningsmoment til skruetrækkeren. Hvis noget skal dreje, har man dermed med drejningsmoment at gøre. Hvis jeg derimod skubber til en væg, er det ikke drejningsmoment vi har med at gøre, da væggen ikke drejer om et punkt. Drejningsmoment måles i Nm (newton meter). Newton er bare en kraft. Hvis jeg skubber til en væg, påfører jeg en mængde newton til den væg. Meter er en afstand. Nm er derfor den kraft (Newton), der bliver påført en vis afstand fra et drejepunkt (Meter) Lad os tage et eksempel:

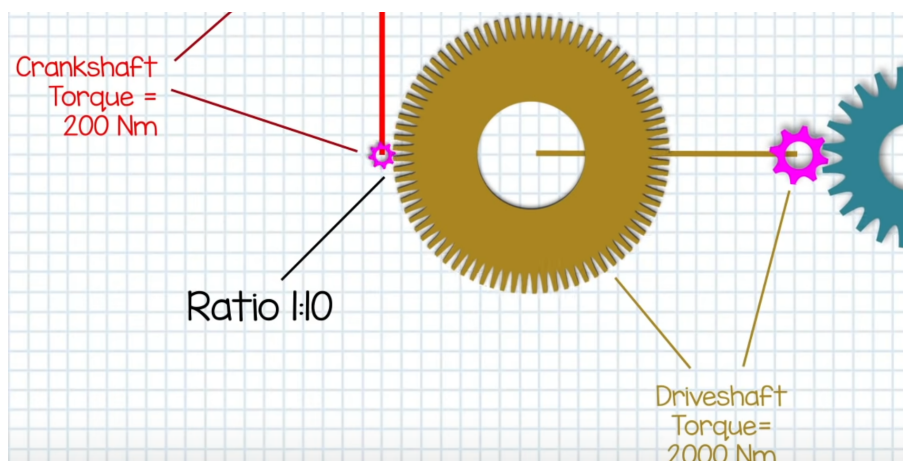


Figur 24 (Chain Bear, 03/07/2018) Drejningsmoment - med eksempel i en svensknøgle. Illustrationen og følgende eksempel er taget fra Chain Bear (se litteraturliste).

Formlen for drejningsmoment lyder $Nm = \text{Newton} \times \text{Meters}$, hvor Newton er den kraft du påfører svensknøglen og Meter er den afstand fra drejepunktet (midten af møtrikken) kraften påføres. Lad os sige, at vi trykker på svensknøglen med en kraft på 150 newton 15 centimeter fra drejepunktet. Vores drejningsmoment er altså: $Nm = 150N \times 0,15m = 22,5Nm$. Ved at øge afstanden fra drejepunktet, kan vi få mere drejningsmoment uden at øge kraften. Vi kan altså øge armens længde på vores håndspil med det resultat, at kontorarbejderne ikke skal trykke så hårdt for at opnå det rette drejningsmoment for at hejse væggen.

Drejningsmoment i gear reduktioner

Når man bruger en svensknøgle, er den kraft, der roterer møtrikken et resultat af, kraften ganget med længden fra møtrikken man påfører den kraft. Inputkraften er dermed den samme som outputkraften. Det er fint, når man skal løsne en møtrik, men hvad hvis man skal udføre noget, der kræver større drejningsmoment? Hvad, hvis man vil have en større outputkraft end inputkraft? Her bruges gear reduktioner. Med den rette gearreduktion ville man kunne trykke med 5kg for at løfte 22kg. Lad os kigge på et eksempel for bedre at forstå gearreduktioner og deres forhold til drejningsmoment.



Figur 25. (Chain Bear, 03/07/2018) Gearreduktion og drejningsmoment.

Hvis vi tager udgangspunkt i figur 25, kan vi få en bedre forståelse af, hvordan gearreduktion påvirker outputkraft i forhold til den inputkraft vi påfører. Vi ved fra før, at drejningsmoment er lig med kraft ganget med afstanden fra drejepunktet: $Nm = \text{Newton} \times \text{Meters}$. Det samme gælder sådan set her, bortset fra, at drejningsmomentet ændrer sig mellem tandhjulene. Vores inputkraft er i

dette tilfælde 200Nm (se det lyserøde tandhjul til venstre). Kraften ved det første tandhjul vil altid være 200Nm, da det er det tandhjuls afstand (radius), der bestemmer drejningsmomentet. Det lyserøde tandhjul får det guldfarvede tandhjul til at dreje med samme hastighed. Men det guldfarvede tandhjul har en større afstand (radius) end det lille.

Input kraften i figur 22 var 200Nm, men på grund af gearreduktionen på 1:10 blev output kraften 2000Nm. Et hverdags eksempel kunne være; at med en 1:10 reduktion kan 1 liter mælk, løfte 10 liter mælk. Formlen for outputdrejningsmomentet i gearreduktioner lyder $M_o = M_i \times r \times \mu$, hvor M_i er input kraften, r er gearreduktionen (man bruger kun tallet på højre side af ":") og μ er gear effektiviteten. Den er for det meste ret tæt på 1, og derfor undlader vi den, da man ikke for noget ud af at gange noget med 1. Den tager bare højde for friktion og andre faktorer i et gear system. Hvis vi sætter tallene ind fra figur 5, får vi $M_o = M_i \times r = 200Nm \times 10 = 2000Nm$.

Indtil videre har vi redegjort ud fra eksempler, gearreduktionen i vores håndspil er ikke 1:10. Med de formler vi har gennemgået, kan vi beregne kræfterne i vores eget design.

Mekanisk fordel ved drejningsmoment

Når man bruger mekanismer til at løfte objekter, kan man tale om en "mekanisk fordel", hvilket betyder hvor meget vægt mekanismen hjælper med at bærer i forhold til, hvor meget kræft man putter i. Formlen for mekanisk fordel er:

$$\text{MekaniskFordel} = \frac{\text{Outputkræft}}{\text{Inputkræft}}$$

Altså, hvis en mekanisme producerer mere kræft end den bliver tilført, har den en mekanisk fordel. Hvis man kombinerer flere taljer i stedet for en, vil man opnå en mekanisk fordel. Samtidigt vil rebet blive længere og derfor vil det blive nødvendigt at trække rebet længere alt efter mængden af taljer. Det er muligt at gear de forskellige taljer, alt efter hvilken størrelse de har. Er den første talje større end den anden vil en omgang for den store talje svarer til flere omdrejninger for de mindre taljer. Der er forskel på hvilken rolle talje har i et system, enten er taljen aktiv og drejer de andre taljer, ellers er den passiv og bliver trukket af en anden talje.

Et håndspil består af en arm med håndtag, man drejer i (A_a), og en tromle, hvor en snor vikler sig om (A_r). Der er to kræfter i spil her: Den vægt du trykker ned på håndtaget med (F_a). Altså, hvis du påfører ét kilo kraft på håndtaget er $F_a = 1kg$; og den vægt, der skal løftes i den anden ende af håndspillet (F_r). Ligningen vi skal bruge lyder:

$$F_a \times A_a = F_r \times A_r$$

Vi skal finde F_a - altså, hvor meget kraft en kontorarbejder skal bruge for at hejse væggen. For at isolere F_a (få det til at stå alene på den ene side af lighedstegnet) skal vi bare dividere med A_a på begge sider:

$$\frac{F_a \times A_a}{A_a} = \frac{F_r \times A_r}{A_a}$$

Fordi A_a over brøkstregen går ud med A_a (markeret med rød) ender vi med en formel, der hedder:

$$F_a = \frac{F_r \times A_r}{A_a}$$

Nu står F_a alene, og vi kan begynde at regne med vores egne tal. Bemærk, at her regner vi længder i centimeter og ikke i meter. Vores A_a (armen på håndspillet) er 14 centimeter. Vores A_r (radius af tromlen) er 0,9 centimeter og vores F_r (vægten på vores hejseplade) er 21,5 kg. Vi får altså et resultat, der lyder:

$$F_a = \frac{F_r \times A_r}{A_a} = \frac{21,5\text{kg} \times 0,9\text{cm}}{14,5\text{cm}} = 1,34\text{kg}$$

Vi er nu kommet frem til, at det kræver 1,34 kg kræft for at løfte vores væg på 21,5 kg. Men det er ikke hele historien. Den udregning antager, at håndspillet er direkte forbundet med den vægt, der skal løftes, og at der ingen gearing er. Sådant forholdet det sig ikke, men det er nødvendigt først at lave denne udregning før vi kan tage højde for taljerne mellem håndspillet og hejseplade.

Talje udregninger

Ved brug af mere end en talje, kan man opnå en mekanisk fordel. Derfor har vi valgt at udnytte et talje system i prototypen; det, og fordi det er en god måde at hæve en lang flade i plant niveau. Den mekaniske fordel er proportionel med mængden af reb. Nu kan vi præsentere den relevante formel til udregning af taljers effekt på mekanisk fordel:

$$R_n = \frac{W}{F}$$

R_n er antallet af reb, der bærer på vægten, W er den vægt, der skal løftes og F er den kraft, der bliver påført rebet. Dog for at holde lidt styr på alle formlerne vælger vi at ændre navnet på nogle af faktorerne til det, vi brugte i under kapitlet "Mekanisk fordel ved drejningsmoment", da de har samme funktion. Vores formel hedder nu:

$$R_n = \frac{F_r}{F_a}$$

Vi vil dog gerne finde F_a , så det skal isoleres. Det gør vi ved at dividere F_r på begge sider af lighedstegnet. Vores nye formel lyder nu:

$$F_a = \frac{F_r}{R_n}$$

Nu hvor formlen er omskrevet kan vi bruge den til at udregne den kraft, der skal påføres taljerne. Vores F_r er nu 1,34kg (se forrige underkapitel) og vores R_n er 3. Ud fra det får vi:

$$F_a = \frac{1,34}{3} = 0,45\text{kg}$$

Altså vil det kræve 0,45kg kræft for at hejse midtervæggen, der vejer 21,5kg. I udregningen har vi unladt at tage højde for gearreduktionen i selve håndspillet, da det er designet til at løfte noget væsentligt tungere end vores plade. Produktet er stadig en prototype og derfor er der ikke blevet lavet et drejesystem med henblik på vores specifikke produkt. Vi kan konkludere, at taljesystemet i sig selv er i stand til at reducere den nødvendige kraft for at løfte midtervæggen. Alt yderligere reduktion, i form af gear reduktioner, kun vil resultere i at man skal dreje håndtaget flere omgange.

Diskussion

Test af produkt

Vi ville som udgangspunkt gerne have testet vores produktdesign i et åbent kontorlandskab, men det er vi blevet forhindret i af nogle forskellige årsager. Følgende er en redegørelse for hvordan vi ville have testet vore design og dernæst en redegørelse for hvorfor dette ikke har kunne lade sig gøre.

Efter en velovervejet designproces har vi primært taget højde for to dimensioner. Den første dimension er akustiske forhold i åbne kontorlandskaber, primært at mange kontorer har for højt til loftet til at almindelige rumdelere effektivt kan afskærme for lyden, sekundært at en given rumdeler også skulle kunne absorbere lyd. Den anden dimension er at vores design skulle være nemt at bruge for en almindelig person, sådan at medarbejdere selv ville kunne flytte rundt på, og betjene vores produkt uden hjælp fra en håndværker eller lignende. Dette ville resultere i at medarbejderne selv kunne beslutte sig for hvor vores rumdeler skulle stå, sådan at den havde den bedste mulige effekt på forholdene for den givne medarbejder.

Akustiske tests

For at teste designets akustiske egenskaber har vi først udtænkt to simple test. En test med en højttaler og en mikrofon og en test med en højttaler og en person/lytter. I den første test placerer vi væggen i midten af et rum med mikrofon og højttaler på hver side; vi afspiller så en lyd fra højttaleren som mikrofonen kan optage, så ville vi ved hjælp af en dB (decibel) måler kunne sige noget om de akustiske forhold i en given situation. Med dette set-up som ramme for vores test kan man så teste nogle forskellige variabler for designets effekt. Første måling ville være en test uden den flytbare væg i lokalet for at have nogle grundtal at sammenligne med. Dernæst ville vi introducere væggen, måle dennes effekt både slået op og ned, for at teste den øverste og nederste del af designet. To andre variabler vi kunne teste, er positionen af lyd kilden, samt positionen af mikrofonen. Ved at variere afstanden og højden af højttaler og mikrofon kan vi sige noget om hvor effektiv vores design er til at skærme for en taler som står og eller sidder ned, og en modtager som står op eller sidder ned. En tredje variabel ville være hvor højt der var til loftet, for at teste dette ville vi udføre hele testen i mindst to forskellige lokaler med forskellige højder til loftet, gerne to lokaler med eksempelvis 2,5 og 4 meters højde. En sidste variabel ville være højden af lyden som kommer fra højttaleren for at se i hvor højt omfang eventuelle effekter kunne observeres.

I den anden test, bytter man mikrofonen og dB målingerne ud med en person som skal forsøge at høre lydene fra højttaleren. Dernæst afspiller man en menneskestemme og spørger personen hvad der blev sagt. Dette gør vi for at undersøge om klarheden af stemmen bliver påvirket, da klarheden af en samtale er en større faktor for forstyrrelse end højden af lyden i dB (Hongisto, V. 2005). Vi ville forsøge at spille nogle forskellige samtaler eller udtalelser og så spørge lytteren hvad der blev sagt for at se hvad effekten af væggen var hvis der var forskel på opfattelsen af samtalerne, ville vi kunne konkludere at vores produkt opfylder kravene til en god rumdeler. Vi kan igen bruge variablerne fra den første test, for at få et større billede af effekten på eksempelvis stående eller siddende lyd kilder/lyttere.

Brugerundersøgelse

Ud fra disse to test ville vi have et godt billede af designets akustiske styrker og svagheder. Den næste test vi gerne ville have udført, er en kvalitativ brugertest i et åbent kontorlandskab. Indledningsvis ville vi have udviklet et spørgeskema ud fra de IEQ-undersøgelser vi har anvendt tidligere i rapporten. Som vi har redegjort for i kapitlet; '*Det åbne kontorlandskab*', er IEQ-metoden en praktisk måde at indsamle data om medarbejderes trivsel på en given arbejdsplads.

Spørgeskemaet ville som udgangspunkt ligne spørgeskemaet fra Kim og de Dears (2013) undersøgelse af et åbent kontorlandskab, fordi omfanget af deres undersøgelse er så bredt at eventuelle fejlkilder også kunne observeres. Kim og de Dear spørger, udover lydforhold, ind til både indeklima, lys, og generel trivsel, med mere. (Kim & de Dear, 2013)

Vi kan også tilføje nogle spørgsmål om personalets forhold til rumdelere og flytbare vægge i et generelt omfang, for at se medarbejdernes holdning til sådanne designløsninger. En sådan undersøgelse kunne også være foretaget i starten af vores designproces for at skabe et billede af hvad ansatte i åbne kontorer efterspørger. Vi har dog valgt at designe med vores egne behov og idéer som udgangspunkt, for at lave et design som vi kan rationalisere at et åbent kontorlandskab har brug for; ikke det design som medarbejderne *tror* de har brug for. Det er dog stadig interessant at se om vi ville kunne ændre nogle menneskers holdning til flytbare vægge og rumdelere, såfremt de havde en holdning til at starte med.

Vi ville introducere dette spørgeskema for et udvalgt åbent kontor, to gange; en gang før vi introducerer medarbejderne for vores design og en gang efter, for at se om de påvirkede medarbejdere oplevede et bedre eller et dårligere arbejdsmiljø. Det sidste spørgeskema ville i øvrigt inkludere nogle ekstra spørgsmål til vores specifikke design. Det ville være interessant for os at se om vi rent faktisk har lavet et brugervenligt design, dette ville vi kunne se, både ud fra de adspurgtes generelle opfattelse, men særligt ud fra om personalet har brugt væggen. Hvis kontorpersonalet på et, eller flere, tidspunkter har flyttet væggen for at tilpasse arbejdspladsen til personalets behov, ville vi kunne konkludere at vores design er brugervenligt nok. Vi forestiller os at prøveperioden kan være på eksempelvis to uger, men måtte også gerne være længere for at have en mulighed for at observere forskellige brugs-situationer.

Vi ville i spørgeskemaet også inkludere kvalitative spørgsmål til den enkelte medarbejders funktion på kontoret, for at se om der er eventuelle forskellige effekter af væggen på baggrund af medarbejderens opgaver. Dette er en parameter som vores empiri forudsiger ville gøre sig gældende.

Til sidst ville vi ud fra spørgeskemaundersøgelsen kunne bruge personalets feedback til at forbedre vores design for at skabe en ny og bedre iteration. Der kan for en designer opstå blinde vinkler og tunnelsyn når designeren har fordybet sig i en længere proces som vi har, derfor ville det være godt for designprocessen at få nogle konkrete problemstillinger fra en eller flere endelige brugere af produktet.

Produktion og test-case

Der er et par årsager til at disse tests ikke er blevet foretaget. Den første årsag er at de materialer som væggen skulle bygges af, blev leveret tre uger senere end vi først havde antaget, og der derfor ikke har været tid mellem konstruktionsprocessen og vores afleveringsdeadline. Leveringsforsinkelser er et vilkår som er svært at komme uden om, særligt i denne tid hvor globale og lokale supplychains er udfordret af covid-19 pandemien. Dette præsenterer endnu et vilkår ved covid-19; Smittetallene er steget i december 2021 og som følge heraf er adgangen til åbne kontorlandskaber begrænset. Desuden er disse åbne kontorlandskaber på nuværende tidspunkt relativt affolkede af frygt for smittespredning, så eventuelle test med henblik på at indsamle data til analyse ville være ufrugtbare, da åbne kontorlandskaber med støjproblemer formentligt er på et lavpunkt lige nu.

Dette er dog ikke den eneste eller den mest interessante udfordring som projektgruppen har stødt på: Tidligt i vores projekt havde vi lavet en aftale om at afprøve vores produkt på med en

afdelingsleder i en større it-virksomhed i København. Virksomheden har globalt over 1000 ansatte og laver digital rådgivning og produktudvikling. Deres filial i København er indrette som et stort kontorlandskab med et mødeområde i midten og skriveborde og andre faciliteter udenom. Afdelingslederen var entusiastisk for at prøve vores rumdelere, fordi han selv oplevede et behov for noget afskærmning til ham selv og sit team. Det var for ham og teamet svært at finde et sted til koncentration og fordybning når teamet arbejder op imod en stor deadline, desuden manglede han et sted til at holde møder med sin afdeling – møder blev ofte holdt stående omkring hans skrivebord, hvilket førte til irritation.

Da afdelingslederen fremlagde sin hensigt om at afprøve vores væg, blev han afslået af virksomhedens HR-afdeling. De sagde at de var åbne over for forslag til indretning og ændringer af kontorets gulvplan – men vægge og rumdelere var et no-go i den retning og at det ikke var en del af deres globale profil. Det fremgår ikke nogen steder på virksomhedens hjemmeside at deres profil er uforenelig med lydskærme og rumdelere, men hjemmesiden fremhæver værdier såsom; at de har en menneskelig tilgang til konsulent arbejde, og at de er dristige og grænseløse.

”Corporate bullshit?”

Vi kan kun gisne om, hvorfor virksomheden kategorisk ikke vil bruge rumdelere. I samme ombæring kan vi også kun gisne om hvorfor åbne kontorlandskaber er populære på trods af de ulemper som vi forbinder med dem. Der er selvfølgelig nogle omkostningsmæssige fordele ved at etablere åbne kontorer og antallet af medarbejdere per kvadratmeter kan i praksis også være væsentligt højere i et åbent kontor, hvad vi også tidligere har redegjort for. Vi mistænker dog at der er andre bevæggrunde på spil når det kommer til beslutningen om hvordan en arbejdsplads skal opbygges. Hvis vi tager førnævnte virksomhed som eksempel kan vi forsøge at udlede at et åbent kontorlandskab repræsenterer nogle værdier som virksomheden vægter højere end eventuelle forbedringer på trivsel og arbejdsmiljø.

Store virksomheder og beslutningstagere er påvirkelige af moderne tendenser og trends på lige fod med os andre. I Morten Münsters bog om adfærdsdesign tager han i sin introduktion udgangspunkt i at der findes en ”parallel” verden i modsætning til den ”virkelige” verden. Den parallelle verden er kort fortalt en utopisk drømmeverden hvor alle medarbejdere er agile, omstillingsparate, innovative, har læst værdigrundlaget og den nye implementeringsstrategi fra ende til anden, et cetera, ad nauseam. Denne verden er nemmere at tage beslutninger i, fordi den er mindre kompliceret end den virkelige verden, problemet er bare at beslutninger og strategier, udarbejdet ud fra utopien, ikke fungerer i den virkelige og mere komplicerede verden (Münster, Morten. 2017). Det er ikke svært at perspektivere denne forklaring til hvorfor beslutningstagere i de berørte virksomheder vælger et åbent kontorlandskab. Det åbne kontorlandskab udstråler de værdier som Münster fremhæver i sin bog som ”corporate bullshit”, eksempelvis ”closeness”, ”passion” og ”innovativ”. Her er tale om ”trendy” værdier som virksomheder bruger uden at tænke nærmere over hvilke konsekvenser sådanne værdisæt har konkret.

Vi har i denne opgave redegjort for at åbne kontorlandskaber er u hensigtsmæssige for arbejdsmiljø og trivsel på en arbejdsplads. Vi har fundet frem til adskillige kilder som måler de negative effekter ved at placere ansatte i fælles lokaler; (Kaarlela-Tuomaala og Helenius, et al. 2009), (Bernstein og Turban, 2018), (Kim og de Dear, 2013), (Jin og Wallbaim, 2020), (Kang, et al., 2017), (A. Haapakangas et al. 2014), (Hongisto, 2005), (Nielsen, P., 2017), men vi har ikke fundet nogen empirisk evidens for at et åbent kontor skulle have nogle fordele på arbejdsmiljø og trivsel. At åbne kontorer så er en populær måde at indrette en arbejdsplads, må enten opfattes som paradoksalt eller også må vi anerkende at der er andre faktorer på spil, når beslutningstagere på dette område træffer deres

beslutninger. Disse faktorer kan i et vist omfang beskrives som virksomhedens image, en faktor som selvfølgelig er væsentlig for enhver virksomhed. En undersøgelse og analyse af hvad en virksomheds beslutningstagere lægger vægt på når de skal beskrive deres egen eller en anden virksomheds "image" kunne have medført nogle interessante konklusioner, som kunne have resulteret i et designforslag som så helt anderledes ud end vores eget; og som kunne indføres på en arbejdsplads på chefstabens vilkår.

Metode

Med det vi ved nu, kunne vi godt have grebet opgaven anderledes an. Vi har fundet en masse undersøgelser omkring det åbne kontorlandskab, og har draget en masse konklusioner deraf. Vi kunne i stedet finde en virksomhed, som var villige til at være med i rapporten, og bruge dem som en casestudy. Det ville nok have givet os nogle reelle problemstillinger, samt vist os begge sidder af mønten bedre. Med det menes at de meste af den empiri vi har fundet frem til, er lidt ensidet. Og det har været vanskeligt at finde en egentlig grund til at man fortsat har åbne kontorlandskaber, trods alle de undersøgelser som konkluderer at det ikke fungerer. Med en casestudy, havde vi kunne interviewe både ansatte og ledere, for at få deres egentlige feedback på problemstillingen. Både hvad der bliver gjort for at løse denne og hvad de selv synes mener mangler, enten i form af produkter eller adfærdsdesigns.

Vi kunne også have kigget på adfærdsdesign og arbejdskultur, i disse miljøer. Med COVID-19 restriktionerne er hjemmearbejde blevet en ny faktor af manges vanlige arbejdsforhold. Det kunne tænkes at man i større grad ville arbejde hjemmefra, og så kun kom på kontoret når man havde brug for det. Så ville vores løsning måske ikke være så relevant. Dette kunne også have været interessant at dykke mere ned i, og måske finde en flytbar væg i en virtuel kontekst. Hvad sker der når arbejdsmiljøet bliver mere digitaliseret og fjernarbejde bliver mere normalt?

Konklusion

Gennem vores empiriske proces har vi konkluderet at det åbne kontorlandskab negativt påvirker arbejdsmiljø, trivsel og produktivitet på en given arbejdsplads. Påvirkningen er forskellig fra person til person og er afhængig af den arbejdsopgave som medarbejderen udfører, hvor der er større påvirkning på opgaver som er tids- og koncentrations-krævende. Derfor er der behov for en indretningsmulighed som kan tilpasse sig til arbejdspladsen. Der er mange bud på hvordan man metigerer de udfordringer som et åbent kontor medfører ved hjælp af rumdelere, men vi har konstateret at de løsninger som findes på markedet, er mangelfulde, fordi man enten kan vælge mellem en flytbar væg som er for lav eller en væg som er tilstrækkeligt høj, men er stationær. Vi har designet et produkt som skal udnytte fordelene ved begge ender af spektret mellem flytbarhed og lydafskræmning, ved at lave et design som er under to meter højt, men som nemt kan forhøjes sådan at den afskræmmer tilstrækkeligt i et almindeligt kontorlokale.

Litteraturliste

- Boesiger, W., Jeanneret P., Stonorov, O. (1964). "Le Corbusier & Pierre Jeanneret, Oeuvre Complète Volume 1, 1910–1929" (Bog) Zurich: Les Editions d'Architecture, 1964
- Chain Bear (03/07/2018). "Torque and Gears - Why F1's hybrid engines are more 'torquey'". Fundet her <https://www.youtube.com/watch?v=jkCXdDmP618>, besøgt d. 29/11/2021
- Haapakangas, A., Hongisto, V., Hyönä, J., Kokko, J., Keränen, J. (2014). "Effects of unattended speech on performance and subjective distraction: The role of acoustic design in open-plan offices", *Applied acoustics*, 2014-12, Vol.86
- Henning Sørensen, O., Hasle, P., Rønne Hesselholt, R., & Herbøl, K. (2012). *Nordiske forskningsperspektiver på arbejdsmiljø*. Nordic Council of Ministers.
- Hevner, A., & March, S. (2003). IT systems perspectives - the information systems research cycle. *Computer*, 36(11), 111–113. <https://doi.org/10.1109/mc.2003.1244541>
- Hongisto, V. (2005). "A model predicting the effect of speech of varying intelligibility on work performance", *Indoor air*, 2005-12, Vol.15 (6)
- Jeanneret, P., Jeanneret-Gris, CE (1926). "Les Cinq Points d'une Architecture Moderne" *Almanach d'Architecture Moderne* (Bog) citeret fra: <https://designmanifestos.org/le-corbusier-and-pierre-jeanneret-les-5-points-dune-architecture-nouvelle/> 17/10/2021
- Jensen, J. (2005, September 1). *Løft, træk og skub - Arbejdstilsynet*. (Vejledning) at.dk. hentet oktober 4, 2021, from <https://at.dk/regler/at-vejledninger/loeft-traek-skub-d-3-1/>
- Jensen, J. (2001, May 1). *Ventilation på faste arbejdssteder - Arbejdstilsynet*. (Vejledning) at.dk. Hentet december 19, 2021, fra <https://at.dk/regler/at-vejledninger/ventilation-faste-arbejdssteder-a-1-1/>
- Jin, Q., & Wallbaum, H. (2020). Improving indoor environmental quality (IEQ) for occupant health and well being: A case study of Swedish office building. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 588(3), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/588/3/032072>
- Jungsoo, K., de Dear, R (2013). "Workspace satisfaction: The privacy-communication trade-off in open-plan offices" *Journal of environmental psychology*, 2013-12, Vol.36
- Jørgensen, N. (2020). "Digital signatur. En eksemplarisk analyse af en teknologis indre mekanismer og processer". [Pensum liste: Basiskursus 3: Teknologiske systemer og artefakter] tilgået via <https://moodle.ruc.dk/course/view.php?id=16976> besøgt: 11/11/2021
- Kaarlela-Tuomaala, A., Helenius, R., Keskinen, E., Hongisto, V. (2009). "Effects of acoustic environment on work in private office rooms and open-plan offices - longitudinal study during relocation", *Ergonomics*, 2009-11-01, Vol.52 (11)
- Kagan, J. (2021, September 18). *Inside Bullpens*. Investopedia. Hentet september 19, 2021, fra <https://www.investopedia.com/terms/b/bullpen.asp>
- Kang, S., Ou, D., & Mak, C. M. (2017). The impact of indoor environmental quality on work productivity in university open-plan research offices. *Building and Environment*, 124, 78–89. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.003>
- Kim, J., & de Dear, R. (2013). Workspace satisfaction: The privacy-communication trade-off in open-plan offices. *Journal of Environmental Psychology*, 36, 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.06.007>
- Lou, H., Ou, D., (2019). "A comparative field study of indoor environmental quality in two types of open-plan offices: Open-plan administrative offices and open-plan research offices", *Building and environment*, 2019-01-15, Vol.148
- Marcussen, H., Gelfer-Jørgensen, M. (2020). "funktionalisme - stilart" Den Store Danske på lex.dk. Hentet 7. december 2021 fra https://denstoredanske.lex.dk/funktionalisme_-_stilart
- Milsted, T. (2018). "Åbne kontorlandskaber er helvede på jord", *POV International*, Besøgt: 07-11-2021. Lokaliseret på <https://pov.international/abne-kontorlandskaber-et-helvede/>
- Münster, M., (2017). "Jytte fra Marketing er desværre gået for i dag" (Bog) Gyldendal Business

- Nielsen, P. (2017). "Støj på kontoret: vejledning om indretning, akustik og støjdemning: branchevejledning fra BFA Handel, Finans og Kontor", [Kbh.]: BFA Kontor, 2017.)
- Pejtersen, J., Feveile, H., Christensen, K., Burr, H. (2011). "Sickness Absence Associated with Shared and Open-Plan Offices-A National Cross Sectional Questionnaire Survey", *Scandinavian journal of work, environment & health*, 2011-09-01, Vol.37 (5)
- Pries-Heje, J. (2021). Basiskursus 1: Design og konstruktion. Slideshow: 04 - 22 september - Design evaluering, (slide 1-7) tilgængt via <https://moodle.ruc.dk/course/view.php?id=16997> 14/10/2021
- Radzevich, S. P. (2018). *Theory of Gearing: Kinematics, Geometry, and Synthesis*, Second Edition (2nd ed.). CRC Press.
- Schmidt-Lux, T. (2020). Silicon Headquarters : The Architectural Faces of Digital Capitalism. *Socio.Hu*, 10 (Special Issue), 21–40. <https://doi.org/10.18030/socio.hu.2020en.21>
- Venable, J., Pries-Heje, J., & Baskerville, R. (2016). FEDS: a Framework for Evaluation in Design Science Research. *European Journal of Information Systems*, 25(1), 77–89. <https://doi.org/10.1057/ejis.2014.36>
- Ingen forfatter. Danmarks statistik (2021). "Beskæftigede - Lønmodtagere". Fundet her: <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/arbejde-og-indkomst/beskaeftigede/loenmodtagere>, besøgt d. 08/12 2021
- Ingen forfatter. The Executive Center (2019). "Open Plan Design: What Have We Learned?" The Executive Centre. Hentet september 19, 2021, fra <https://www.executivecentre.com/blog-article/open-plan-design-what-have-we-learned/>
- Ingen forfatter. COWI, (2011). "Indtænk arbejdsmiljøet ved ombygning, leje og indretning af kontor: branchevejledning fra BAR Kontor", Kbh: BAR Kontor 2011
- Ingen forfatter. Clive Wilkinson Architects. (2005). Clive Wilkinson Architects | Portfolio. Clivewilkinson. Hentet: september 17, 2021, fra: https://clivewilkinson.com/portfolio_page/google-headquarters/
- Ingen forfatter. Dansk Standard, (2005). "Det optimale kontor: Arbejdspladsens indretning og bygningsmiljø", Charlottenlund: Dansk Standard, 2005
- Ingen forfatter (2005). Teknologisk Institut, 2005 "Indretning af fremtidens kontormiljø: dialogbaseret analyseværktøj", Taastrup: Teknologisk Institut, Erhvervsudvikling, Arbejdsliv 2005

Billed referencer

- Ravendo pladehund med klem, 60–160 mm, 200 kg.* (2021, Oktober 29). Lomax A/S. Hentet november 11, 2021, fra: https://www.lomax.dk/lager/vogne-og-transportudstyr/rulle vogne/specialvogne/ravendo-pladehund-med-klem-60-160-mm-200-kg-3180910/?pla=1&gclid=Cj0KCQiAzfuNBhCGARIsAD1nu-8qXI2q_4OUyTE3gzFjIqJWZdG8Y2hEfoG1atioYqZGwlqHLUBOCsaApU-EALw_wcB
- Team Y. (2019, November 25). *5 Things To Look For in a Well-Designed Media*. . . YLighting Ideas. Hentet december 19, 2021, from <https://www.ylighting.com/blog/5-features-of-well-designed-media-cabinets/>