

# CHALMERS



## Utveckling av designkoncept för träningsanläggning till luftburen radarövervakning

*Conceptual development of a training facility for airborne radar surveillance*

Karin Bennsten & Marielle Lennartsson

Institutionen för Produkt och Produktionsutveckling  
*Avdelningen för Design & Human Factors*  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige, 2016

Utveckling av designkoncept för träningsanläggning till luftburen radarövervakning  
Karin Bennsten & Marielle Lennartsson  
Examensarbete inom Högskoleingenjörsprogrammet för Design och Produktutveckling

© Karin Bennsten & Marielle Lennartsson, Sverige 2016

Examensarbete 2016:08 ISSN **XXXX-XXXX**  
Institutionen för Produkt och Produktionsutveckling  
Avdelningen för Design & Human Factors  
Examinator Anna-Lisa Osvalder  
Chalmers Tekniska Högskola  
SE-412 96 Göteborg  
Sverige  
Telefon: +46 (0)31-7721000

Tryckeri / Institutionen för Produkt och Produktionsutveckling  
Figur på omslaget: ERIEYE™, Saab Defence and Security  
Göteborg, Sverige 2016

## FÖRORD

Detta examensarbete omfattar 15 högskolepoäng och har genomförts på Chalmers Tekniska Högskola vid institutionen för Produkt och Produktionsutveckling på avdelningen för Design & Human Factors. Det är den avslutande delen på det treåriga högskoleingenjörsprogrammet inom Design och Produktutveckling.

Tack till vår handledare Maral Babapour Chafi som bidragit med vägledning och kunskap genom processen. Vidare vill vi tacka vår examinator Anna-Lisa Osvalder.

Ett stort tack riktas till Stefan Karnevi på Saab och våra handledare Jörgen Bäck och Gustav Klock som har varit ett stort stöd, bidragit med värdefull information samt agerat bollplank under arbetets gång. Tack till Sören Paulsson, David Öhman och Frida Williamsson på Saab som ställt upp på intervjuer.

Vi vill också framföra vårt tack till Anton Vialle, Johan Gregersson, Johan Magnusson, Fredrik Olindersson och Johan Cimbritz på Chalmers Sjöfartsutbildning som ställt upp på intervjuer samt låtit oss utföra observationer på simulatorcentrum.

## **ABSTRACT**

The scope of the project was to further develop the Mission Training System (MTS), a training facility simulating radar team work in an Erieye aircraft. This was done focusing on ergonomic and learning aspects, such as interaction between instructors and operators. The final concept consisted of a list of recommendations, digital illustrations and a model in scale 1:24. The list of recommendations for the facility was primarily regarding ergonomic and high fidelity aspects such as furniture, layout, sound and lighting.

Theoretic research was carried out, focusing on retrieving information about similar environments such as simulation facilities in healthcare, aerospace and the nuclear industry. Additionally, information regarding relevant ergonomic aspects was acquired. Interviews with employees at Saab and the Simulator Centre at Chalmers were carried out to gain knowledge about the respective facilities. The results were analyzed in order to categorize the information and discover similarities and differences.

Additionally, observation was carried out at a Saab facility and at Chalmers' simulators. Based on this, a link analysis was made for Saab and Chalmers respectively, in order to map movement patterns and detect differences. A design process followed, focusing on generating ideas and concepts solving the detected problems.

The design process resulted in a proposed MTS layout, suggestions for high fidelity details, along with a list of recommendations for a facility such as the MTS. The concept contained floorplans with the instructor room opposite the operator room, with a glass wall between to allow monitoring. The list of recommendations included suggestions regarding adding high fidelity details, as to minimize negative transfer.

In conclusion, a well-executed simulation environment can give opportunities for users to practice difficult real-life situations without risk. Thus, it is desirable to include considerable aspects of real life when designing a simulator facility. A change of layout to the MTS, along with added high fidelity details, could better the learning experience and give a higher amount of positive transfer.

### **Keywords**

*Ergonomic working environment, Link analysis, Concept generation, Sketching and modeling and Simulation environment*

## **SAMMANFATTNING**

Syftet med projektet var att vidareutveckla Mission Training System (MTS), en markanläggning avsedd för övning av radararbete i ett flygplan med Erieeye. Projektet fokuserade på ergonomi- och inlärningsaspekter, så som interaktion mellan instruktörer och operatörer. Det slutgiltiga konceptet bestod av en rekommendationslista, illustrationer och en modell i skala 1:24. Rekommendationslistan innehöll främst ergonomi- och fidelitetsaspekter så som möbler, ljud och ljus.

En teoretisk bakgrund införskaffades med focus på liknande miljöer så som simulationsmiljöer inom sjukvård, flyg- och kärnkraftsindustrin. Även teori rörande relevanta ergonomiska aspekter införskaffades. Två intervjustudier genomfördes: en på Saab och en på Simulatorcentrum på Chalmers. Intervjustudierna gjordes med syfte att inhämta kunskap rörande de båda faciliteterna. Resultaten analyserades genom att kategorisera informationen och finna likheter och skillnader.

Även observationer genomfördes, dels i en av Saabs lokaler samt i bryggsimulatorerna på Chalmers. Baserat på observationerna konstruerades länkanalyser för de båda faciliteterna för att kartlägga rörelsemönster och finna likheter och skillnader. Efter observationerna följde en designprocess med främsta fokus att generera idéer och koncept vilka löste de funna problemen.

Designprocessen resulterade i ett förslag på layout för MTS, förslag på detaljer med högre fidelitetsgrad, samt en rekommendationslista. Konceptet innefattade bland annat en planritning med instruktörsrummet mittemot operatörsrummet, med en glasvägg mellan för att medge observation. Rekommendationslistan innefattade bland annat förslag för att ge en högre grad av fidelitet, med syfte att minimera negativ transfer.

Sammanfattningsvis kan en väl sammansatt simulationsmiljö ge användarna möjlighet att på öva svåra, verklighetstroga situationer utan risk. Att inkludera aspekter från verkligheten är önskvärt vid design av en simulatorlokal. En mer funktionell layout för MTS, tillsammans med fidelitetsdetaljer, kan förbättra inläringen och ge en högre grad av positiv transfer.

## **Innehållsförteckning**

BETECKNINGAR.....	1
1. INLEDNING.....	2
1.1 Bakgrund .....	2
1.2 Syfte och frågeställning .....	3
1.3 Avgränsningar .....	4
2. TEORETISK REFERENSRAM .....	5
2.1 Ergonomisk arbetsmiljö.....	5
2.2 Påverkansfaktorer i en kontorsmiljö.....	6
2.3 Inläring i simulatormiljö.....	6
3. METOD.....	10
3.1 Beskrivning av intervjustudie.....	10
3.1.1 Intervjuer Saab.....	10
3.1.2 Intervjuer Chalmers Sjöfartsutbildning .....	10
3.1.3 KJ-analys .....	11
3.2 Beskrivning av observation .....	11
3.2.1 Observation vid Saab i Luleå.....	11
3.2.2 Observationer vid simulatorcentrum på Chalmers Sjöfartsutbildning .....	11
3.2.3 Analys av observationer .....	12
3.3 Ergonomisk undersökning av operatörsstol och konsolmockup .....	12
3.4 Produktspecificering av MTS och bryggsimulator.....	13
3.4.1 Beskrivning av arbetsfaser i MTS och bryggsimulator .....	13
3.4.2 Länkanalys för MTS och bryggsimulator.....	13
3.5 Funktionsanalys för MTS .....	13
3.6 Idégenerering och konceptutveckling.....	13
4. RESULTAT .....	15
4.1 Insikter från intervjuer på Saab och Chalmers sjöfartsutbildning .....	15
4.2 Insikter från observation vid Saab i Luleå.....	17
4.3 Insikter från observationer vid simulatorcentrum på Chalmers Sjöfartsutbildning .....	18
4.4 Resultat av ergonomisk undersökning av operatörsstol och konsolmockup .....	22
4.5 Resultat av produktspecificering av MTS och bryggsimulator .....	22

4.5.1 Jämförelse mellan arbetsfaser i MTS och bryggsimulator .....	22
4.5.2 Resultat av länkanalys för MTS och bryggsimulator .....	24
4.6 Resultat från idégenerering och konceptutveckling .....	30
4.6.1 Beskrivning och konkretisering av designkoncept .....	32
4.7 Riktlinjer för MTS .....	41
5. DISKUSSION .....	44
5.1 Besvarades frågeställningen? .....	44
5.2 Diskussion kring arbetssätt och metod .....	44
5.3 Miljöaspekter .....	45
6. SLUTSATS .....	46
REFERENSER .....	47
Appendix A Antropometriska data på arbetsplatsen .....	1
Appendix B Lagar och regler på arbetsplatsen .....	5
Appendix C Intervjuformulär Saab .....	6
Appendix D Intervjuformulär Chalmers .....	8
Appendix E Funktionsanalys för MTS .....	9
Appendix F Den utökade frågemetoden .....	12
Appendix G Beskrivning av operatörsstol och konsolmockup .....	15
Appendix H Saab Design Guidelines .....	16
Appendix I Dimensioner för designkonceptet .....	17

# BETECKNINGAR

## **Saab Airborne Surveillance Systems**

Benämns härnäst som Saab.

## **Airborne Early Warning and Control System (AEW&C)**

Airborne Early Warning and Control System är namnet på Saabs luftburna radarsystem som används på olika flygplan för att detektera sjö-, mark- och flygmål. Den mjukvara som tillhör AEW&C används av operatörer som utför uppdrag i exempelvis Saab 2000 Erieye AEW&C.

## **ERIEYE™**

ERIEYE™ är en radar i en svit av flera sensorer som utgör ett Airborne Early Warning and Control System utvecklat av Saab Surveillance i Sverige.

## **Saab 2000 Erieye AEW&C**

En flygplansmodell där ERIEYE™ implementerats.

## **Mission Training System (MTS)**

Mission Training System är en markförlagd träningsanläggning som syftar till att utbilda och träna operatörer för användning av ERIEYE™.

## **Facilities Requirements Specification (FRS)**

Dokument som anger facilitetspecifikationer för MTS. Företagshemligt.



# 1. INLEDNING

Det finns ett flertal faktorer som är relevanta vid utformningen av en simulerad träningsanläggning. Det ska vara en ändamålsenlig miljö som liknar verkligheten i största möjliga mån, och det finns lagar och regler kring utformningen av en arbetsplats. Utöver det har även företaget och användare krav på anläggningen. Vidare ska utformningen matcha företagets grafiska profil och interiören ska vara ergonomiskt anpassad för ändamålet. Anläggningen ska även möjliggöra inläring av de arbetsmoment som ingår i den verkliga arbetsmiljön.

Utrymmet ska vara ändamålsenligt och utgöra en god arbetsmiljö, bland annat med avseende på fysikaliska faktorer i form av ljud, ljus, buller, temperatur etcetera. Det är av vikt att personerna som arbetar i anläggningen får goda förutsättningar att trivas för att minska risken för ohälsa samt för att möjliggöra längre och mer effektiva arbetspass.

Sammanfattningsvis kan en genomtänkt och väl utformad simulerad träningsanläggning ge goda förutsättningar för användarna att överföra de inlärd kunskaperna till en verklig situation.

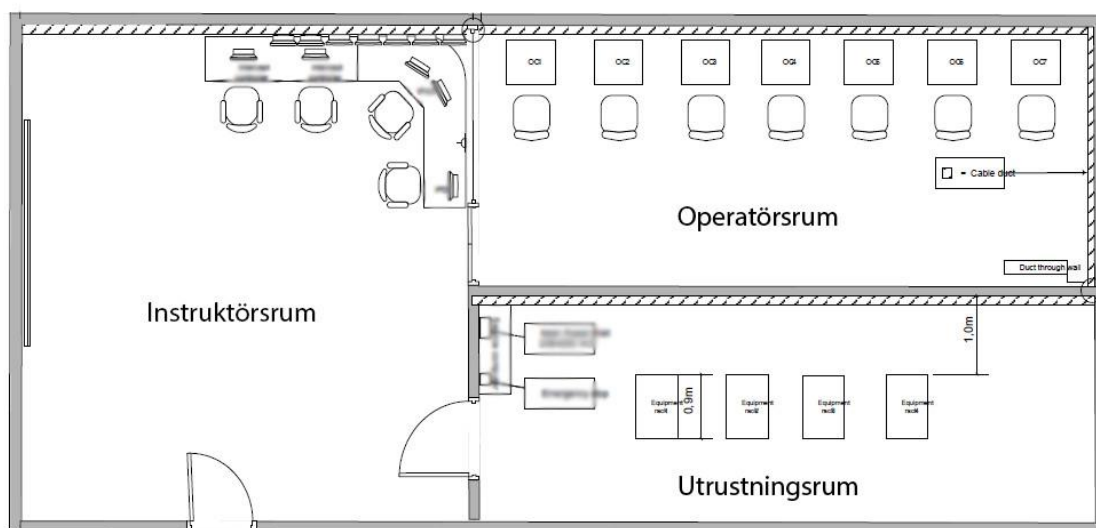
## 1.1 Bakgrund

Bakgrunden för detta arbete grundar sig hos Saab, affärsområde Surveillance, som utvecklar och tillverkar produkter och system inom övervakning och radar. Ett av Saabs radarsystem är ERIEYE™ som används för att detektera och identifiera sjö-, mark- och flygmål. Utbildningen till ERIEYE™ sker i en markförlagd träningsanläggning, Mission Training System (MTS), och det är denna som arbetet syftar till att vidareutveckla med avseende på bland annat simulatormiljö, ergonomi och inlärningsaspekter.

Som produkt innefattar MTS i dagsläget en mjukvarusvit samt en fysisk träningsanläggning med interiör. Antalet operatörsplatser i MTS är sju och antalet instruktörsplatser är fyra med utrymme för ytterligare två. Instruktörernas syfte är att utbilda, vägleda samt övervaka operatörernas arbete i MTS. Av de fyra instruktörerna är det vanligen en av dessa som har ett övergripande ansvar samt skapar fiktiva scenarion som operatörerna tränas i.

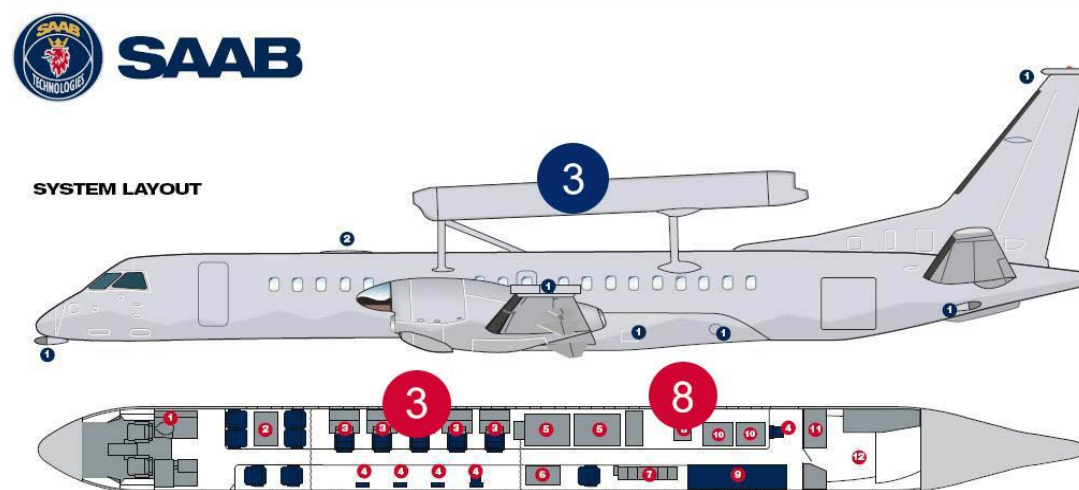
Några exempel på utbildningsmoment för operatörerna är systemkännedom, besättningsträning samt genomförande av scenarion. Scenarierna syftar till att simulera olika typer av radaruppdrag med verklig förankring och skapas av tidigare nämnd instruktör. Operatörerna tilldelas olika uppgifter och roller, och tränas även i att kunna ta över varandras roller om situationen så kräver.

I figur 1.1.1 visas MTS i dess nuvarande utformning bestående av tre rum; Ett för instruktörer, ett för operatörer och ett för teknisk utrustning.



Figur 1.1.1 Principskiss för MTS (vissa företagshemliga detaljer har suddats) (FRS, 2015).

Efter avslutad utbildning i MTS förväntas operatörerna kunna överföra teoretisk och praktisk kunskap till verkliga uppdrag i exempelvis flygplansmodellen Saab 2000 Erieye AEW&C, se figur 1.1.2.



Figur 1.1.2 Omarbetad systemlayout för Saab 2000 Erieye AEW&C (Saab, 2016).

Extern 3: ERIEYE™ radar

Intern 3: Operatörplatser

Intern 8: Utrustning

## 1.2 Syfte och frågeställning

Uppdraget från Saab är formulerat enligt följande:

*“Mission Training System (MTS) är en utbildningsanläggning i kontorsmiljö som ska efterlikna den verkliga flygplansmiljön i möjligaste mån. Förutom utbildningslokal för operatörer, finns en hel del utrymmen för exempelvis instruktörer som med hjälp av egna instruktörsplatser spelar upp de scenarion som operatörerna ska tränas i. Uppdraget är att utveckla ett designkoncept för hela träningsanläggningen inklusive ergonomi, belysning, färgsättning med mera, som både tar hänsyn till kravet att det ska efterlikna miljön i flygplanet men ändå vara en bra och ändamålsenlig kontorsarbetsmiljö.”*

Baserat på teoretiskt underlag och jämförelser med simulatorer på Chalmers Sjöfartsutbildning kommer således arbetet att resultera i riktlinjer och rekommendationer samt ett nytt konceptuellt designförslag för MTS.

De frågeställningar som arbetet syftar till att besvara är:

- Vilka egenskaper bör en god simulatormiljö ha ur ett ergonomi- och inlärningsperspektiv?
- Vilken förbättringspotential har nuvarande MTS med avseende på ergonomi och inläring?

### **1.3 Avgränsningar**

- Konceptet omfattar övergripande design och rekommendationer för MTS gällande planritning, simulatormiljö, inlärningsaspekter och ergonomi.
- Mjukvara och utbildningsmaterial behandlas inte på grund av sekretesskäl.
- Inga ekonomiska eller konstruktionsmässiga beräkningar kommer att genomföras eftersom arbetet i sin helhet är av en översiktlig karaktär.
- Då en verklig miljö och verkliga användare inte funnits att tillgå, utgår arbetet från teoretiskt underlag och jämförelser med liknande simulatormiljöer.

## 2. TEORETISK REFERENSRAM

Följande kapitel redogör för de teorier inom ergonomi som använts i arbetet, så som rekommendationer kring arbetsställningar och fysiskt arbetsområde. Vidare redogörs för relevanta resultat av arbeten och studier kring simulatormiljö från områden så som sjukvård, kärnkraft samt flyg- och sjöfart. Syftet är att ge en översikt av tidigare arbeten och forskning som anses relevanta för utvecklandet av den simulatormiljö som arbetet behandlar.

### 2.1 Ergonomisk arbetsmiljö

Vid tillämpad antropometri som avser “design för alla” är en lämplig gränssättning mellan den 5:e och 95:e percentilen, det vill säga att utrymmet ska kunna användas av 95 procent av en normalpopulation (Bohgard, et al., 2008, p. 172). Detta ställer större krav på justerbarhet av designen än vad andra antropometriska utgångspunkter gör. Generellt bör arbetsplatsen dimensioneras så att personer med varierande storlek kan använda den och anpassas efter både kvinnor och män. De antropometriska data som relaterar till dimensionering av arbetsplatser finns beskrivna i appendix A. Vid utformning av en arbetsplats finns det även lagar och regler som måste tas hänsyn till. De krav som relaterar till arbetet finns beskrivna i appendix B.

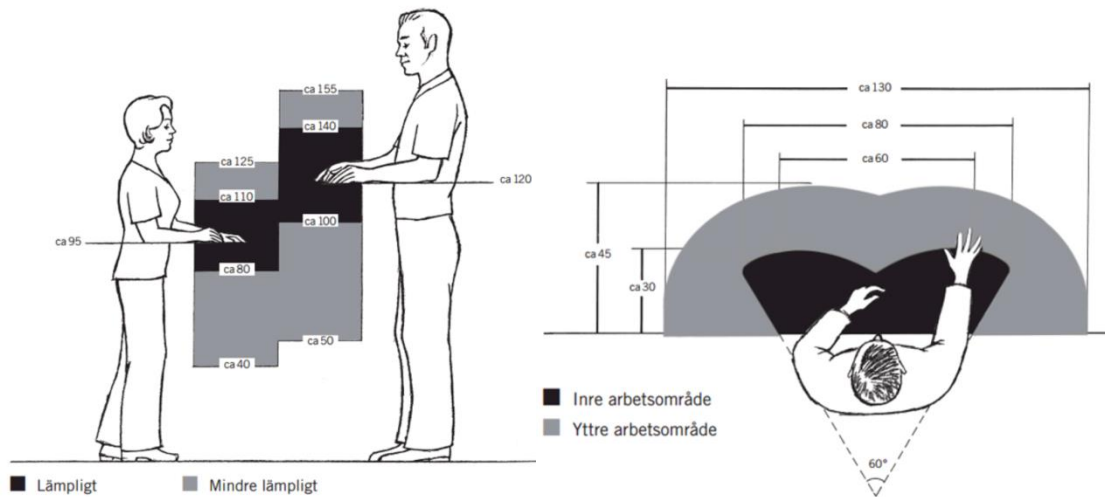
#### Arbetsställningar

Enligt arbetsmiljöverket lyfts vikten av möjlighet till variation vid sittande arbete enligt följande rekommendationer:

*“Arbetsgivaren ska se till att arbetstagaren har möjlighet att påverka det egna arbetet för tillräcklig rörelsevariation och återhämtning. Det innebär till exempel att kunna växla mellan att sitta och stå om det är möjligt.”* (Arbetsmiljöverket, 2015).

Vidare bör växlingen mellan olika arbetsställningar möjliggöras genom enkla och snabba justeringsmöjligheter (Bohgard, et al., 2008, p. 176).

I figur 2.1.1 visas Arbetsmiljöverkets omfångsrekommendationer för stående respektive sittande arbete. Rekommendationerna gäller för arbetsuppgifter som utförs under en större del av dagen.



Figur 2.1.1 Omfångsrekommendationer vid stående respektive sittande arbete (Arbetsmiljöverket, 2015).

## 2.2 Påverkansfaktorer i en kontorsmiljö

Fysikaliska faktorer är påverkansfaktorer i miljön som kan uttryckas i fysikaliska storheter (Bohgard, et al., 2008, p. 193). De kan exempelvis delas in i buller, ljud samt ljus och utöver fysiska effekter kan de även ge psykologisk och social påverkan. Det är således av vikt att arbetsmiljön är väl anpassad för användaren för att undvika skadlig fysisk och psykisk belastning.

Buller definieras som “icke önskvärt ljud” och anses vara ett betydande arbetsmiljöproblem, då det kan ge upphov till obehagskänslor, försämrad arbetsituation och sömnstörningar samt fysiologiska reaktioner som skapar stress (Kjellberg, 1990). Buller maskerar också önskvärt ljud vilket ger ett förhindrat informationsutbyte och försvårar kommunikation. Hög ljudnivå och buller kan undvikas med ljuddämpande material så som textilier, plattor och möbler (Arbetsmiljöupplysningen, 2016).

God synergonomi är avgörande för en komfortabel arbetsmiljö, då god informationsöverföring spelar in för att minska negativa konsekvenser så som ögontrötthet, huvudvärk och sämre arbetsprestation samt lägre välbefinnande. Anpassningar för god synergonomi innefattar bland annat höjd på och avstånd till monitorer. Ljuset i en arbetsmiljö bör komma från både dagsljus och andra ljuskällor eftersom dagsljus reglerar olika biologiska funktioner och ger en känsla av kontroll (Arbetsmiljöverket, 2009).

## 2.3 Inläring i simulatormiljö

Teambaserad träning med fullskalesimulatorer har använts inom kärnkrafts- och flygindustrin under en längre tid och under senare år har detta även implementerats inom sjukvården (Felländer-Tsai, et al., 2010). Fullskalesimulatorer blir allt viktigare för organisationer, både för verksamhet men också avseende utvecklingsarbete. Här åsyftas fullskalesimulatorer för träning och validering, distribuerade lösningar för samarbete och lokala simulatorer för hantering av utbildning, förståelse och analys. Vid simulering kan misstag begås utan kostnader eller konsekvenser, vilket är användbart i utbildning och träning. Simuleringen ger

också möjlighet till validering, träning på “tänk om”-situationer och som stöd vid beslutsfattande (LearningWell, 2016).

I en pilotstudie inom sjukvården drogs slutsatsen att *“Teambaserade fullskalesimulatorövningar tycks vara en pedagogisk inlärningsmetod för att öka kompetenser och lära studenter att arbeta tillsammans mot ett gemensamt mål”* (Björk & Ellery, 2011). Vidare beskrevs övningen ha haft *“positiv inverkan på deras förmåga att öva kommunikation i ett team samt att så få tillämpa teori i praktik”*. Ur ett kunskapsbaserat kognitivt perspektiv har simulering också visats förbättra studenters kritiska tänkande och resonemang i komplexa situationer (Lewis, et al., 2012).

### **High fidelity**

Två vanliga sätt att kategorisera simulering är i low fidelity och high fidelity. Dessa anger hur verklighetstrogen en simulatormiljö är. Implementering av high fidelity kan variera i utformning beroende på vilken typ av kontext och arbetsuppgift som avses. (Beaubien & Baker, 2004). Ett exempel på en fullskalesimulator med hög grad av fidelity illustreras i figur 2.3.1.



*Figur 2.3.1 Simulator för Boeing 737-800 (Atlantic Airventure, 2016)*

Negativa effekter av high fidelity-miljöer har inte konstaterats, medan positiva effekter så som förbättrad kommunikation och effektiv utveckling av överförings- och utvecklingsbara ledaregenskaper har påvisats (Beaubien & Baker, 2004). En effekt av detta anses vara en högre grad av systemsäkerhet, då risken för mänskliga fel minskar.

Fördelarna med en low fidelity-miljö är främst lägre kostnader för att bygga upp och underhålla. Då miljön blir mindre lik verkligheten ökar risken för felaktig eller ineffektiv inläring, eftersom det inlärd beteendet i en low fidelity-miljö kan skilja sig från beteendet i

den verkliga miljön.

### **Positiv och negativ överföring**

Negativ överföring sker när erfarenheten av en tidigare problemlösning gör det svårare att lösa ett senare problem. Det kontrasteras med positiv överföring, vilket sker när lösning av ett tidigare problem gör det lättare att lösa ett senare. Inom exempelvis sjöfartsindustrin konstateras att en person som lärt sig att använda navigationsutrustning på ett fartyg har lättare för att operera liknande navigationsutrustning på ett nytt fartyg, eftersom personen ifråga har etablerat en fungerande mental modell för förfarandet (People and performance, 2015).

Kombinationer av negativ och positiv överföring kan också uppstå då ett nytt beteende lärs in. Exempelvis kan ett tidigare inlärt beteende minska reaktionstiden på ett nytt beteende, samtidigt som felgraden ökar. En sjöman som lärt sig att snabbt reagera på ett larm, kan reagera ännu snabbare på samma larm på en ny utrustning jämfört med om denne hör larmet för första gången. Här sker positiv överföring på reaktionstiden. Även om reaktionstiden blir snabbare kan fel uppstå om larmknappen är lokaliserad på ett annat ställe än det ursprungliga. Då sker en negativ transfer och felgraden ökar. Kontentan av denna situation är att det gamla beteendet bidrar till att fel begås i snabbare takt i det nya beteendet (Woltz, et al., 2000).

### **Betydelsen av debriefing vid simulering**

Enligt Center for Medical Simulation är debriefing vid klinisk simulering ett viktigt steg i att klargöra och konsolidera insikter och lärdomar från simuleringen. Debriefing definieras här som ett samtal mellan två eller fler personer som syftar till att granska en simulatorövning. Deltagarna ges därigenom möjlighet att utforska, analysera och syntetisera sina handlingar och tankeprocesser, känslotillstånd och annan information för att förbättra prestandan i verkliga situationer. Högt deltagarengagemang leder till djupare nivåer av lärande och ökar sannolikheten för överföring av beteenden och kunskaper till en klinisk miljö (Center for medical simulation, 2016).

Vikten av debriefing nämns även i en beskrivning av den praktiska undervisningen i simulatorer, där de olika stegen i en simulatorövning genomgås och redogörs för. Här återges att debriefing genomförs efter en avslutad simulatorövning och att övningen diskuteras, vad som gick bra och vad som kan förbättras till en annan gång. Vidare nämns att många studenter upplever debriefing som värdefullt, eftersom det då erbjuds ett tillfälle att reflektera över sina handlingar och vad de lärt sig. Aspekter som inspelning och repetition av händelseförlopp kan också ge en större förståelse för deltagarna. Det kan även användas vid jämförelse av resultat mellan olika grupper samt för att utvärdera utbildningsmomentet (Lindmark, 2014).

Sammanfattningsvis råder det från olika simulationsrelaterade kontexter konsensus kring att såväl instruktörer som elever anser att debriefing är en viktig del för att öka förståelsen och förbättra inlärningsarbetet samt att överföra kunskapen till den verkliga miljön.

### **Crew Resource Management**

Crew Resource Management (CRM) kommer ursprungligen från NASA och trafikflyget, men används inom exempelvis kärnkrafts- och tågindustrin och liknande högriskverksamheter samt inom sjukvården. Syftet med CRM är att öva upp ledarskap, beslutsfattande och kommunikation bland personer som arbetar i en besättning. Det syftar också till att höja säkerheten och är ett bra sätt för ett team att lära sig bemästra komplexa och okända situationer (Helmreich, et al., 2001)

Vid hantering av komplexa situationer anges ett antal olika steg som rekommendationer för ett väl fungerande teamarbete. Dessa inkluderar skapandet av ett team, upptäckande av risk för fel, kommunikation, beslutsfattande, återkoppling samt hantering av trötthet.

För att skapa ett team krävs att gruppens kompetenser identifieras, att interpersonell kommunikation sker samt att det finns standardiserade rutiner för förfarandet. Betydelsen av att skapa en gemensam bild av situationen och involvering av samtliga gruppmedlemmar framlyfts. Det är viktigt att medvetandegöra olika typer av kommunikation så som exempelvis manlig och kvinnlig, hierarkisk och kommunikation mellan lärare och elev. Slutligen syftar feedback inom teamträning till att undvika konflikter, ta lärdom av erfarenheter och förhindra att samma problem uppstår igen samt att förbättra lagets prestation (Haddleton, 2015).



## **3. METOD**

De metoder som användes i detta arbete var intervjuer med personal från Saab samt från Simulatorcentrum på Chalmers sjöfartsutbildning. Vidare utfördes en ergonomisk undersökning och jämförelse mellan olika typer av simulatorer.

### **3.1 Beskrivning av intervjustudie**

Den typ av intervju som genomfördes i arbetet var av semistrukturerad karaktär med ett frågeformulär som inkluderade öppna frågor, vilket innebar att en struktur togs fram på förhand, men att vissa ändringar kunde ske under intervjuens gång (Sallnäs, 2006). Vidare användes probing i syfte att erhålla djupgående information genom följdfrågor. Som komplement till frågorna användes bildmaterial i form av en planritning för en tidigare uppbyggd MTS (figur 1.1.1) samt en principskiss för en ny utformning, för att ge intervjupersonerna stöd i att utveckla sina resonemang.

Intervjupersonerna var personal från Saab samt Chalmers Sjöfartsutbildning, vilka valdes för att ge ett så brett spektrum av infallsvinklar som möjligt. Antalet intervjupersoner var fem från Saab och fyra från Chalmers sjöfartsutbildning. Respondenterna från Saab hade olika kompetenser i relation till MTS. Respondenterna från Chalmers arbetade med olika delar av simulatorverksamheten och utveckling av denna. Frågorna anpassades efter respektive kontext.

Tidsåtgången varierade mellan 45-60 minuter per intervju och kontexten för de båda intervjuerna var avskilda grupprum i en lugn och tyst miljö.

#### **3.1.1 Intervjuer Saab**

Antalet intervjupersoner för denna studie var fem och deras kompetensområden omfattade utveckling av MTS, Human factors och hårdvara. Två av intervjupersonerna hade även operatörs- och instruktörserfarenhet.

De frågor som ställdes var av undersökande karaktär och behandlade bland annat arbetsfaser och utbildningsmoment i MTS, ergonomi, hårdvara och utrustning, graden av high fidelity, hur instruktörernas arbetsplats upplevdes samt aspekter av tidigare utformningar av MTS. Vidare ställdes frågor riktade till specifika intervjupersoner gällande påverkan av fysikaliska faktorer i en verklig flygplansmiljö och de största upplevda skillnaderna mellan MTS och den verkliga miljön. Intervjuformuläret i sin helhet finns i appendix C.

#### **3.1.2 Intervjuer Chalmers Sjöfartsutbildning**

Antalet intervjupersoner för denna studie var fyra och deras kompetensområden omfattade utveckling av bryggsimulatorer och marinteknik. Samtliga arbetade som instruktörer och lektorer vid institutionen för sjöfart och marin teknik.

De frågor som ställdes behandlade huvudsakligen arbetsfaser och inläring i simulatormiljö, fysikaliska faktorer och dess inverkan, high fidelity, ergonomi och rörelseutrymme samt värdet av ett separat briefingrum. Intervjuerna syftade till att erhålla kompletterande

information från en ytterligare simulatorkontext. Intervjuformuläret i sin helhet kan ses i appendix D.

### **3.1.3 KJ-analys**

Analys av insamlad data genomfördes med två KJ-analyser; En för Saab och en för Chalmers Sjöfartsutbildning. Dessa användes för att sammanställa en helhetsbild över den insamlade datan. Arbetsgången för analysen var att utvalda uttalanden från intervjuerna skrevs ner på post-it lappar. Dessa lappar placerades ut i övre vänstra hörnet på en stor yta, varpå en lapp valdes ut och lades i mitten. Om nästa lapp var relaterad till en tidigare utplacerad lapp, lades dessa tillsammans. Detta upprepades tills alla lappar var grupperade. Därefter sattes rubriker som beskrev det tematiska innehållet.

## **3.2 Beskrivning av observation**

Observationerna i detta arbete genomfördes i syfte att undersöka MTS som produkt samt för att identifiera viktiga aspekter kring simulation och inläring. De ägde rum vid Saab:s valideringsanläggning i Luleå samt på simulatorcentrum vid Chalmers Sjöfartsutbildning. Syftet med observationen på simulatorcentrum var främst att få information från verkliga tillfällen och med verkliga användare. Detta för att kunna dra adekvata paralleller till simuleringsrelaterade aspekter i MTS. Observationerna dokumenterades med foto, film och skriftliga anteckningar.

### **3.2.1 Observation vid Saab i Luleå**

En observation vid MTS valideringsanläggning på Saab i Luleå genomfördes. Den pågick under en dag och innefattade arbetsfaser så som briefing av träningsscenario, operativt arbete samt debriefing. Totalt utfördes tre fiktiva scenarion vars innehåll huvudsakligen behandlade detektering av luft- och sjömål. Tidsåtgången var cirka en timme per scenario.

Deltagarna under observationen var av varierande professioner, bland annat tekniker, fysiker, programmerare och personer med militär bakgrund. Till varje scenario valdes fem personer som agerade operatörer, varav en Mission Crew Commander (MCC), samt en instruktör som även utgjorde scenariosamordnare. Resterande deltagare iakttog scenarioutförandet. Det som i huvudsak observerades var briefingsituationer, lokalens utformning, placering av interiör, vilken typ av teknisk hårdvara och kontorsutrustning som användes samt vilka kroppsställningar som deltagarna intog under de scenarion som utfördes. Vidare observerades deltagarnas kommunikation och hur väl placering av interiör i lokalen medgav möjlighet till kommunikation och interaktion, både verbalt och fysiskt.

### **3.2.2 Observationer vid simulatorcentrum på Chalmers Sjöfartsutbildning**

På Chalmers Sjöfartsutbildning finns simulatorcentrum för forskning och utbildning inom sjöfart. I deras bryggsimulatorer möjliggörs simulering av uppdrag utförda på ett fartyg. I dessa kan aspekter som väderförhållanden, rörelseutrymme och navigering simuleras. Eleverna tränas i olika scenarion och i ett separat briefingrum går instruktören igenom övningen före och efter utförandet. Avslutade simulatorövningar kan spelas upp i realtid och

elevutföranden på exempelvis radar kan gås igenom. Simulatorerna syftar främst till att träna blivande sjöbefäl, men även avgångselever i sjökaptensklasserna använder dessa (Chalmers tekniska högskola, 2012).

Observationer vid simulatorcentrum på Chalmers Sjöfartsutbildning genomfördes vid två tillfällen. Vid det första tillfället, som skedde i ett tidigt skede i arbetet, var observationen av osystematisk karaktär för att iakttaga och dokumentera allt av relevans med avseende på den fysiska miljön, hur simulatorerna var utformade och uppbyggda, vilket typ av utrustning som användes etcetera. De simulatorer som observerades var bryggsimulatorer, lasthanteringssimulator, GMDSS-simulator (Global Maritime Distress and Safety System), Nautical Operations Studio (NOS) och DP-simulator (Dynamisk positionering).

Vid den andra observationen, som skedde vid ett senare tillfälle och var av mer systematisk karaktär, observerades arbetsgången i ett antal simulatorpass från start till slut samt de steg som genomgicks under vägen. Observationen syftade främst till att studera elevernas förfaranden och beteenden under olika typer av träningsscenarion, och även iakttaga vilken roll instruktören intog.

Det som specifikt observerades var hur briefing och debriefing gick till, om eleverna verkade bli störda av något under simulatorträningen, vilka high fidelity element som fanns, hur elever och instruktör kommunicerade med varandra under övningen, hur elevernas rollinlevelse upplevdes, hur de hanterade situationen då det behövde vägledning från instruktören samt på vilket sätt som instruktören var närvarande under övningen. Vidare observerades om och hur pauser implementerades. Det noterades även antalet gånger som instruktören gick in i bryggrummen och hjälpte till under övningen. Detta för att närmare undersöka flöden mellan olika rum och instruktörens fysiska närvaro i bryggrummen. Observationerna dokumenterades med anteckningar, foto och film.

### **3.2.3 Analys av observationer**

Observationerna analyserades med en genomgång och sammanfattning av observationsmaterialet, där skriftliga anteckningar, foton och filmupptagningar genomgicks. I samtliga observationer utfördes en parallell analys under observationens gång då reflekterande anteckningar togs, vilka efteråt sammanställdes. Syftet med sammanställningen var att identifiera återkommande teman.

## **3.3 Ergonomisk undersökning av operatörsstol och konsolmockup**

En operatörsstol och en konsolmockup på Saab testades ut av en person inom den 50:e percentilen för kvinnor (165 cm). Aspekter så som mått, justeringsmöjligheter och arbetsställningar dokumenterades med skriftliga anteckningar och foto. Syftet med undersökningen var att praktiskt testa om denna utrustning var lämplig för personer mellan den 5:e och 95:e percentilen, vilket utgör gränssättningen vid "design för alla", samt huruvida placering av reglage och manöverdon var anpassade inom lämplig räckvidd för dessa personer. Vidare var syftet att ge en indikation på hur utrymmesdimensionering och rörelseutrymme kan implementeras i MTS samt om det bör finnas några specifika användarkrav för den utrustning som används. Detta eftersom användarkraven för MTS bör vara samma som för den verkliga miljön.

## **3.4 Produktspecificering av MTS och bryggsimulator**

Produktspecificeringen av MTS och bryggsimulator genomfördes i syfte att beskriva några jämförbara aspekter av dessa samt kartlägga för- och nackdelar. Vidare illustrerades en länkanalys för att visa på förflyttningar och flöden i de olika miljöerna.

### **3.4.1 Beskrivning av arbetsfaser i MTS och bryggsimulator**

Utifrån intervjuer och observationer illustrerades de huvudsakliga arbetsfaserna i MTS respektive bryggsimulator på en övergripande nivå. Detta genomfördes i syfte att kartlägga likheter och olikheter kring olika moment och förutsättningar i de olika miljöerna.

### **3.4.2 Länkanalys för MTS och bryggsimulator**

En länkanalys, baserad på intervju- och observationsmaterial, genomfördes för att beskriva de ingående aktörernas förflyttningar i respektive kontext. Länkanalysen genomfördes genom en jämförelse mellan planritningen för MTS och en av Chalmers bryggsimulatorer. I dessa illustrerades de ingående aktörernas förflyttningar mellan olika rum för ett normalt respektive maximalt antal aktörer i lokalerna. Syftet med detta var att studera positiva och negativa aspekter med de olika utformningarna och ge underlag för utformningen av det nya designkonceptet.

## **3.5 Funktionsanalys för MTS**

En funktionsanalys utfördes i syfte att definiera MTS nuvarande funktioner och de funktioner som, enligt FRS och insamlad data, var önskvärda att addera i en ny utformning. Analysen utfördes i en matrismall där huvudfunktioner, delfunktioner och önskvärda funktioner listades. Funktionsanalysen för MTS återfinns i appendix E.

## **3.6 Idégenerering och konceptutveckling**

### **Idégenerering**

I den inledande idégenereringsfasen användes den utökade frågemetoden för att kartlägga problem kring den nuvarande utformningen av MTS. Utgångspunkten var ett antal frågor som utgick från olika typer av problem, vilket gav ledning kring förbättringspotentialen för MTS. Resultatet av metoden återfinns i appendix F.

Idéer kring lösningar konkretiserades genom 2-3-5-metoden, då tre förslag ritades av en person under fem minuter, varvid nästa person kompletterade förslagen. Syftet var att illustrera och kategorisera lösningsrymden.

Sammanfattningsvis åskådliggjordes de förslag som genererats från idégenereringsfasen i visualiseringsverktyget Roomsketcher samt med handskisser. För att slutligen sälla bland de idéer som framkommit skapades en Pugh-matris som syftade till att reducera antalet föreslagna koncept genom ett systematiskt och objektiva förfarande (Tague, 2004). De olika koncepten ställdes upp i en elimineringsmatris och viktades mot en referenslösning som i detta fall utgjordes av en redan befintlig MTS (figur 1.1.1).

### **Konceptutveckling**

I konceptutvecklingsfasen vidareutvecklades det slutgiltiga konceptet. Konceptet visualiserades med en fysisk modell i skala 1:24 samt digitala skisser.

### **Konceptutvärdering**

En konceptutvärdering skedde genom en workshop med representanter från Saab då den fysiska konceptmodellen presenterades och dess för- och nackdelar diskuterades.

## 4. RESULTAT

### 4.1 Insikter från intervjuer på Saab och Chalmers sjöfartsutbildning

KJ-analyserna av intervjuerna resulterade i tio tematiska kategorier. Figur 4.1.1 visar exempel på representativa citat inom kategorierna.

Kategori	Saab	Chalmers
<b>Fysikaliska faktorer</b>	”En lektionssal ska vara tyst, men för låtsade ”skarpa” lägen kan det finnas vinning med att lägga på autentiskt ljud och inspelad radio”	”De ljud eleverna utsätts för i verkligheten bör finnas med under övning”
<b>Inläring</b>	“Autenticiteten gör det lättare att leva sig in i rollen och spela med (ha rätt tangentbord, rätt miljö etcetera)”.	”Simulatorns verklighetsnivå lyfter lärandet”
<b>Hårdvara</b>	“Det är skillnad på hårdvara mellan MTS och planet”	”Enhetlig hårdvara och färgsättning är viktigt”
<b>Kommunikation</b>	“Eleverna observeras ganska mycket. Det är bra att kunna avbryta om de är trötta eller stressade. Viktigt att instruktören kan röra sig bland dem”	”Det handlar mer om kommunikation, inte knappologi”
<b>Produktens syfte</b>	”Värdet (i MTS) är att man måste interagera med andra besättningsmedlemmar, man får besättningsträning utöver systeminläring”	<i>Svar inom denna kategori saknades</i>
<b>High fidelity</b>	“Det finns ett värde i att efterlikna planet och få illusioner som gör att det känns verkligt, men värdet ska vägas mot kostnaden”	”Man lär in ett felaktigt beteende om man inte får med verkligheten”
<b>Briefing &amp; Debriefing</b>	“Det handlar om beteendevetenskap, hur eleverna arbetar, gruppdynamik och så vidare”	(om debriefing) ”Man kan fånga upp känslor och kroppsspråk och

		diskutera bemötande”
<b>Fysisk utformning</b>	(med instruktörer i L-formation och glasvägg mellan rummen) ”Instruktörerna ser bara de närmaste operatörerna, inte längre in i rummet”	<i>Svar inom denna kategori saknades</i>
<b>Verifiering &amp; Certifiering</b>	<i>Svar inom denna kategori saknades</i>	”Det är viktigt att fråga operatörerna själva hur viktigt det är med high fidelity”
<b>Ergonomi</b>	<i>Svar inom denna kategori saknades</i>	”Det ska vara flexibelt i simulatören även om det inte ser ut så i verkligheten”

Figur 4.1.1 Exempel på uttalanden från KJ-analyserna

### Sammanfattning av intervjuresultat från Saab

I intervjuresultatet från Saab gick åsikterna isär gällande MTS likhet med verkligheten. Det rörde även delade meningar kring vilken typ av hårdvara som skulle implementeras i MTS. Vidare återfanns spridda åsikter kring MTS syfte som produkt. Vissa personer ansåg att MTS huvudsakligen syftade till inläring av systemkunskap medan andra ansåg att det viktigaste inlärningsmomentet var inriktat mot besättningsträning. Åsikterna gick också isär kring hur väl operatörerna upplevdes kunna leva sig in i situationen, och hur mycket de stördes av yttre faktorer. Flertalet intervjupersoner ansåg att implementering av high fidelity-detaljer måste vägas mot kostnaden. Vidare ansåg en intervjuperson att dagens lokaler inte var anpassade till att observera operatörernas kroppsspråk i önskvärd utsträckning.

### Sammanfattning av intervjuresultat från Chalmers

Samtliga intervjupersoner från Chalmers ansåg att high fidelity var av vikt, både gällande ljud, ljus, känsla, rum och färger. I samband med detta påpekade flera intervjupersoner betydelsen av igenkänning för operatörerna, så som att ha verklig utrustning då negativ överföring från en simulerad övning ansågs vara förkastligt. Kring detta uttrycktes bland annat att “det man gör i simulatören ska ha en direkt koppling till verkligheten”. Vidare var en genomgående åsikt att analys, genomgång och utvärdering av arbetet var av vikt, exempelvis genom att kunna ha diskussioner efteråt och att ha möjlighet att observera kroppsspråk. Intervjupersonerna ansåg det också önskvärt att verifiera och certifiera miljön mot verkliga användare.

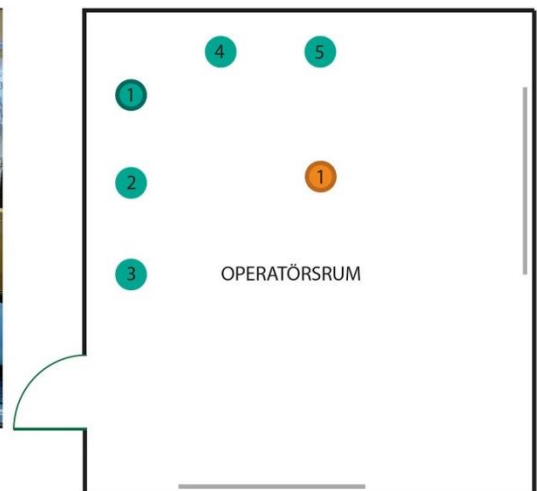
### Beröringspunkter mellan intervjuer och resultat från Saab respektive Chalmers

Sammanfattningsvis påträffades flera beröringspunkter mellan intervjuresultaten, men överlag återfanns olika fokus och uppfattningar. Åsikterna mellan Saab och Chalmers gick främst isär angående vikten av high fidelity, då intervjupersonerna från Chalmers lade större vikt vid hur nära en simulatormiljö är till verkligheten. Samtliga intervjupersoner från Chalmers refererade också till andra simulatorkontexter så som sjukvård och kärnkraft. Överlag ansåg båda

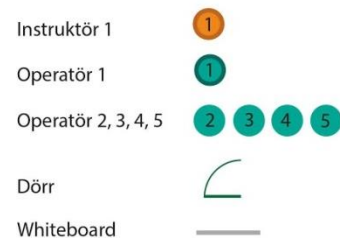
grupper att analys, kommunikation och besättningsträning var av vikt, även om möjligheten till detta varierade mellan simulatormiljön på Chalmers och MTS. Både Chalmers och Saab har haft begränsade ekonomiska resurser vid utveckling av respektive miljö.

## 4.2 Insikter från observation vid Saab i Luleå

Den tekniska hårdvara som användes var civila 30 tums datorskärmar med tillhörande tangentbord och datormöss, civila skrivbord utan höjjustering samt kontorstolar med höj- och sänkfunktion. Det fanns ingen kommunikationsutrustning, utan deltagarna förde en muntlig dialog med varandra. Placeringen av skrivbord var i en L-formation längs med ett hörn enligt figur 4.2.1.



### Arbete vid operatörsplatser i L-formation



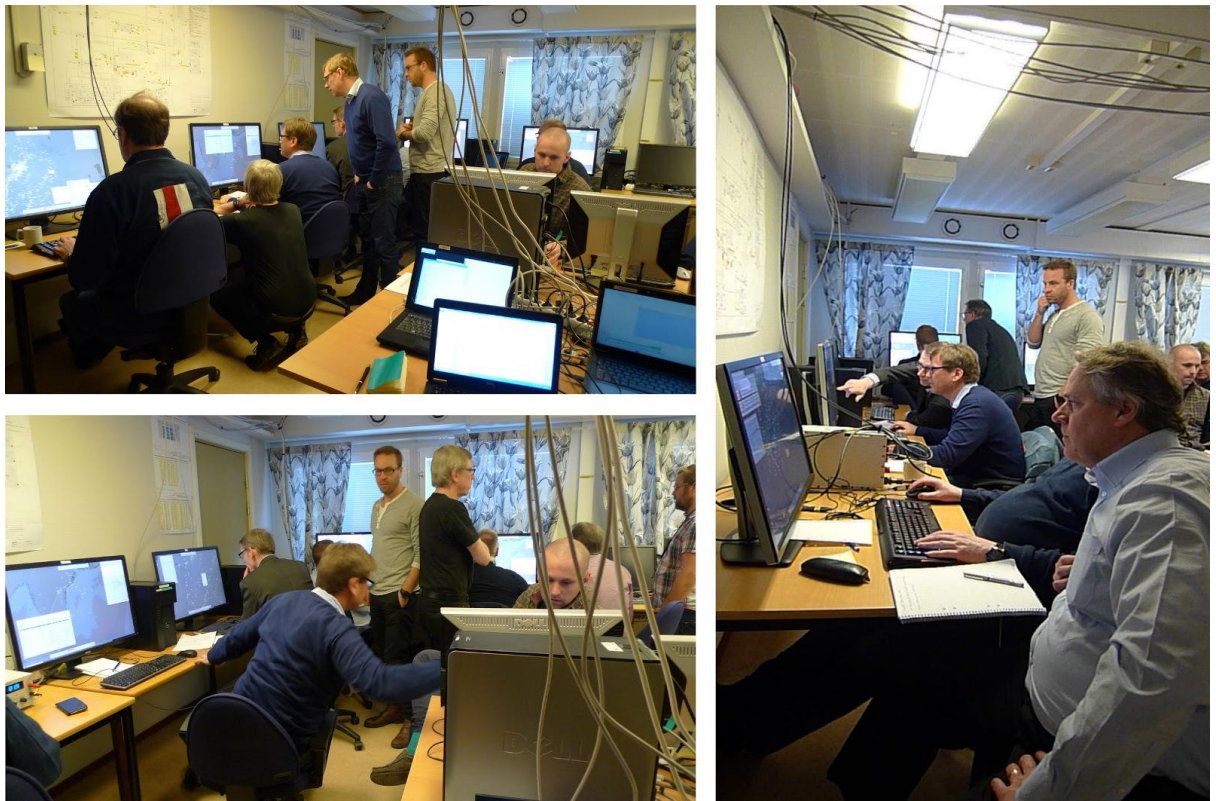
*Figur 4.2.1 Operatörsplatser och planritning. Instruktör 1: Scenariosamordnare, Operatör 1: Mission Crew Commander*

I lokalen fanns belysning i form av lysrör samt ljusinsläpp från fönster. Ett ventilationssystem fanns, men ventilation via öppna fönster skedde tidvis då det vistades ett stort antal personer i lokalen och hög temperatur. Golvet utgjordes av en plastmatta och det fanns textilier i form av gardiner. Längst fram i lokalen fanns en whiteboard, vilken användes vid briefing och debriefing. Det fanns även whiteboard längs med en sidovägg, vilken är utmärkt i figur 4.2.1.

Lokalens utformning och placering av interiör medgav inga goda ergonomiska arbetsställningar och vid flera tillfällen stod personer lutade eller satt på huk på golvet för att se operatörernas förfaranden, se figur. 4.2.2. Vid L-formationen var personerna tvungna att



vrida sig och luta överkroppen bakåt för att kunna kommunicera med varandra.



Figur 4.2.2 Exempel på arbetsställningar

En aspekt som framkom under observationen var att alla faser, förberedelse (briefing), huvudfas samt efterfas (debriefing) skedde i samma rum, vilket också är fallet i den verkliga MTS. Vidare representerade deltagarna i observationen olika kompetensområden och flera av dem hade ingen daglig interaktion. En konsekvens av detta var att olika begrepp användes för samma sak. Inga likheter med ett riktigt flygplan återfanns och därmed ingen form av high fidelity, eftersom miljön var av kontorskaraktär. Detta eftersom huvudsyftet med anläggningen var att validera mjukvarans funktionalitet.

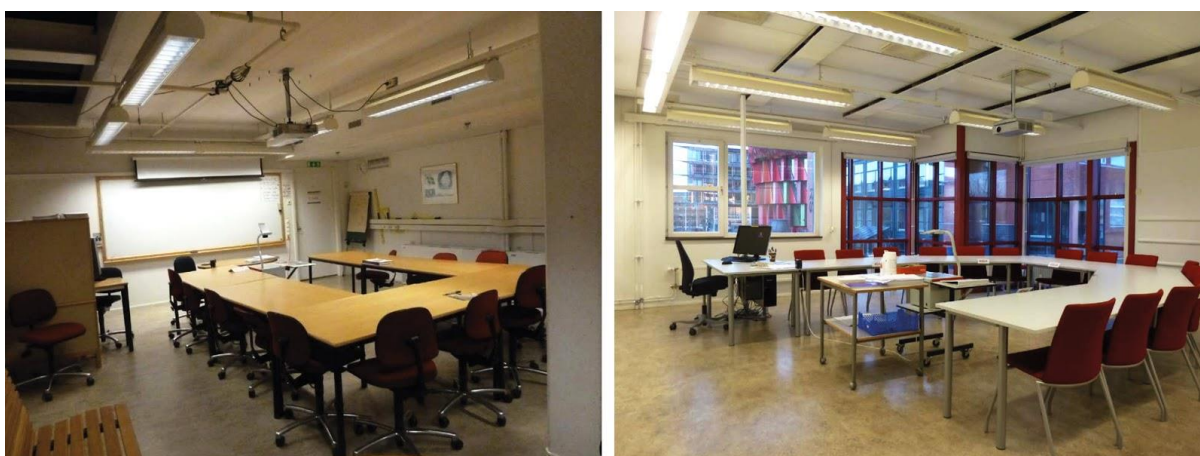
### 4.3 Insikter från observationer vid simulatorcentrum på Chalmers Sjöfartsutbildning

#### Första observationstillfället

Under det första observationstillfället erhöles information kring arbetet med utvecklingen av bryggsimulatorerna. Det framkom att utformningen hade gått från en relativt enkel kontorsmiljö till en fullt utvecklad simulatormiljö med hög grad av high fidelity, vilket visas i figur 4.3.1 och 4.3.2. Detta föreföll, enligt instruktörerna, ha haft en positiv inverkan på elevernas inlevelseförmåga.



Figur 4.3.1 Illustration av ursprunglig (vänster) respektive ny (höger) bryggsimulator



Figur 4.3.2 Illustration av ursprungligt (vänster) respektive nytt (höger) briefingrum

De största förändringarna var kopplade till färgsättning, rumslig utformning och implementering av autentisk hårdvara.

### Andra observationstillfället

Vid det andra observationstillfället, som varade under en halv dag, observerades eleverna då de genomgick tre olika scenarion som pågick under cirka en timme per scenario. Övningarna leddes av en instruktör.

Bland eleverna var 12 personer närvarande och de delades upp i fyra olika grupper med tre personer i varje grupp, varefter de placerades i fyra olika bryggsimulatorer. De totalt fem bryggsimulatorer som fanns var namngivna Elsa, Disa, Cilla, Beda och Ada.

De tre scenarion som eleverna tränade på utspelade sig i engelska kanalen och syftet med de olika scenarierna var att praktiskt öva på trafiksepareringssystem (TSS) samt hantering av radar. Olika typer av väderförhållanden simulerades med bland annat kraftigt regn, höga vågor och dålig sikt. Detta skedde visuellt på elevernas skärmar samt med pålagt ljud i en högtalaranläggning.

Arbetsgången innefattade en förberedelsefas, där instruktören skapade de scenarion som eleverna skulle tränas i. Efter detta inleddes en uppstart och samling i ett separat briefingrum som visas figur 4.3.3. I briefingrummet skedde ett upprop av de närvarande eleverna och det första scenariot, samt en mindre teorigenomgång, genomgicks. Detta varade i cirka 15 minuter. De hjälpmedel som användes för att instruera scenariot var whiteboard och projektor

med projektorduk.



*Figur 4.3.3 briefingrum med röd färgsättning*

Därefter delades eleverna upp i sina respektive grupper och tilldelades olika roller vilka var styrman (styrbord), utkik (babord) samt positionsansvarig (ansvarar för att lägga position i sjökortet var 10:e minut), varefter de intog bryggsimulatorerna, se figur 4.3.4.



*Figur 4.3.4. bryggsimulator med elever under pågående scenarioövning (vänster) och instruktörsplats med speglade operatörsskärmar, övervakningsskärmar, höj- och sänkbart skrivbord samt intercomutrustning (höger)*

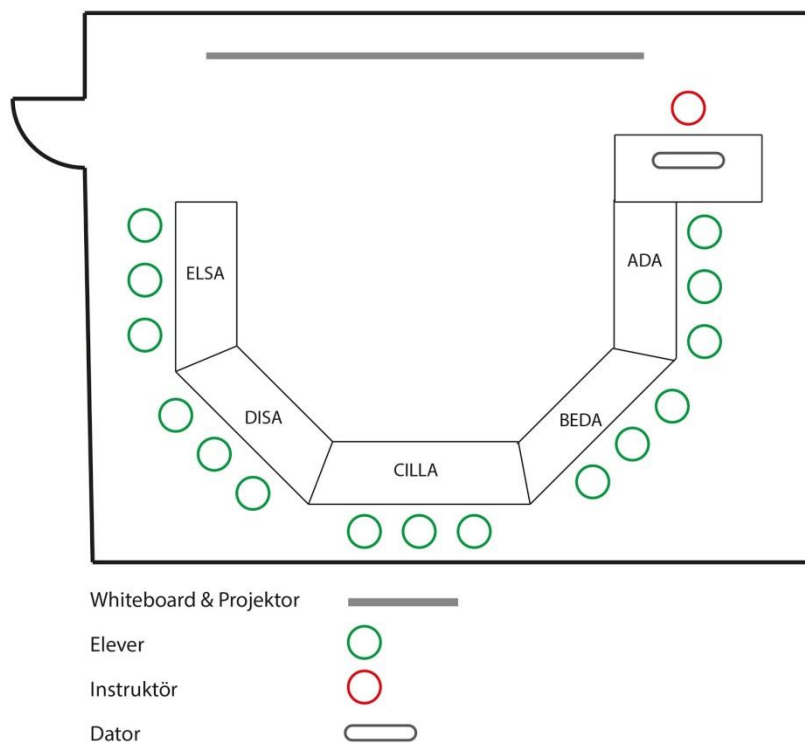
Under hela övningen övervakades eleverna av instruktören som befann sig i ett separat rum med speglade skärmar som visade elevernas förfaranden i de olika bryggsimulatorerna, se

figur 4.3.4. Instruktören hade även översikt över eleverna genom filmning och ljudupptagning, då det i varje rum fanns CCTV. Instruktören styrde härifrån övningen, allt ifrån belysning, påslag av väderförhållanden och autentiskt ljud till direkta förändringar i scenariot, och delade ut kommandon och instruktioner, både via intercom samt genom att fysiskt gå in i de rum där det fanns behov av vägledning. Totalt under de tre scenarion som genomgicks bistod instruktören med hjälp 16 gånger i de olika bryggsimulatorerna.

Efter genomförd övning skedde en uppsamling i briefingrummet, där en debriefing genomgicks i cirka 15 minuter. Här spelade instruktören upp elevernas olika förfaranden i realtid, varefter en kort analys och diskussion genomgicks. Därefter tog eleverna en paus på cirka 10 minuter innan nästa scenario påbörjades.

### Utformning av briefingrum

I briefingrummet fanns skyltar med namn på de olika bryggsimulatorerna. Eleverna satt grupperade vid sina respektive simulatorers namnskylt, vilket underlättade för instruktören att direkt vända sig till respektive grupp för muntlig återkoppling. En förenklad planritning för briefingrummet och de ingående aktörernas placering visas i figur 4.3.5.



Figur 4.3.5 Planritning briefingrum med namngivna platser

Det som sammanfattningsvis konstaterades under observationerna var bland annat att det fanns en tydlig skillnad mellan simulatorerna, instruktörsrummet och briefingrummet. Skillnader återfanns både i färgsättning, interiör och utrustning, men också genom fysisk särskiljning då de var uppdelade i olika rum. Vidare konstaterades att arbetsfaserna i bryggsimulatorerna i stor utsträckning var samma som i MTS.

## **4.4 Resultat av ergonomisk undersökning av operatörsstol och konsolmockup**

Av ergonomiundersökningen framgick att varken operatörsstol eller konsolmockup var lämpliga för personer mellan den 5-50 percentilen då justeringsmöjligheterna och placeringen av manöverdon och reglage inte medgav en god ergonomisk arbetsställning och tillräcklig räckvidd. Detta trots att det i operatörsstolen fanns tio olika reglage för bland annat höj-sänkning, lutning framåt och bakåt, 360 graders rotation, armstöd samt stöd för övre och undre ryggkurvatur. En beskrivning av operatörsstol och konsolmockup finns i appendix G.

Ytterligare en problematisk aspekt var att operatörsstolens kompatibilitet med konsolmockupen begränsade nödvändiga moment så som exempelvis användning av manöverdon. I detta fall var operatörsstolens armstöd i vägen för att kunna skjuta in stolen tillräckligt nära konsolen för att nå alla reglage.

Eftersom det återfanns begränsningar i utrustningen med avseende på kropps-, arm- och benlängd bör detta beaktas i användarkravprofilen. Detta eftersom de blivande operatörerna bör kunna använda utrustningen utan att belasta kroppen felaktigt samt erhålla en tillräcklig räckvidd för att obehindrat nå samtliga reglage och manöverdon.

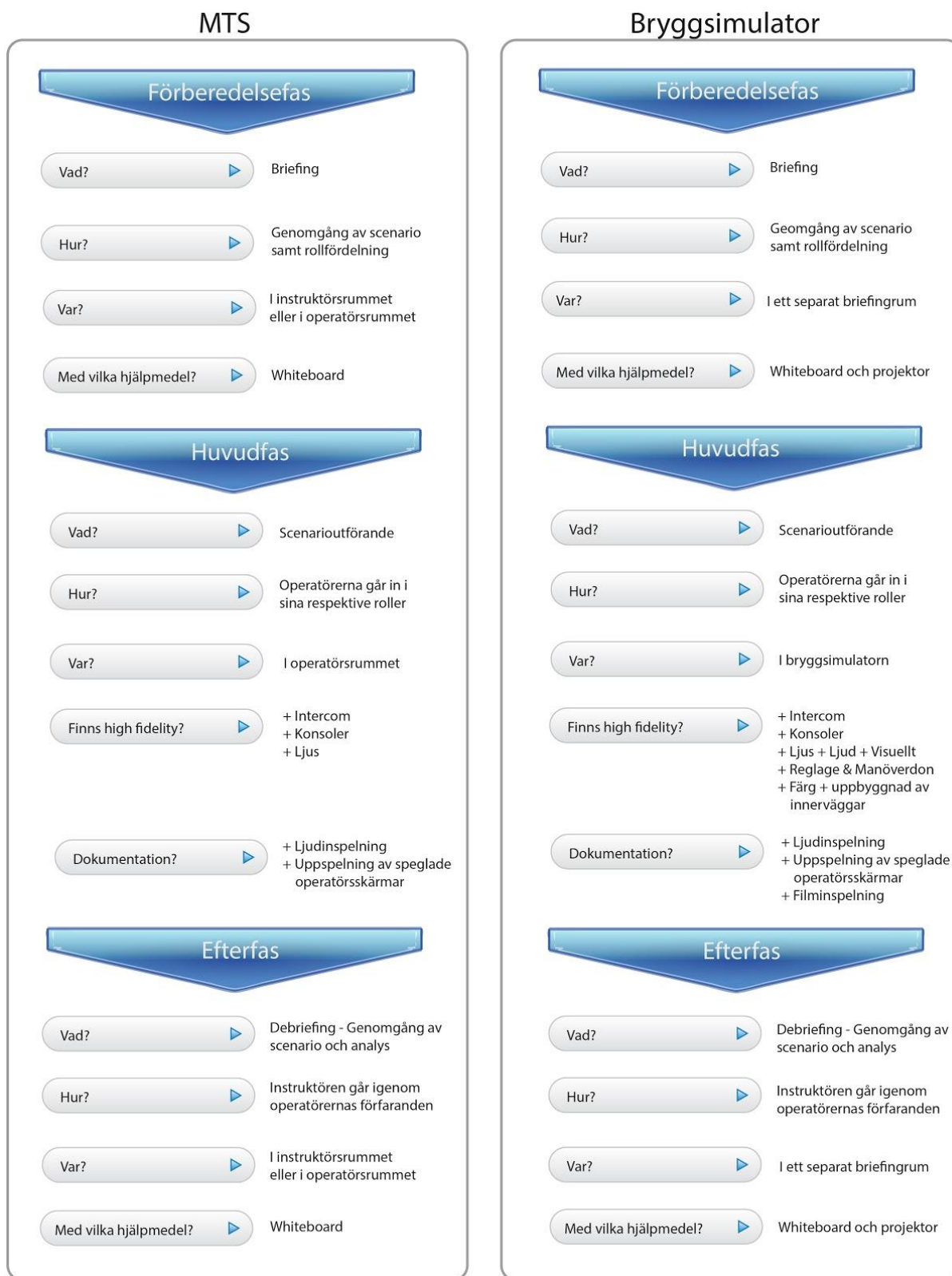
Sammanfattningsvis konstaterades att utrustningen i dagsläget inte uppfyller grundkravet om "design för alla", samt att detta borde beaktas vid utformning av MTS. Eftersom utrustningen inte lämpade sig för den 50:e percentilen och nedåt bör således detta beaktas vid utrymmesdimensionering och för rörelseutrymme i de olika rummen.

## **4.5 Resultat av produktspecificering av MTS och bryggsimulator**

Produktspecificeringen resulterade i ett antal olika jämförelser mellan MTS och bryggsimulator med avseende på bland annat arbetsfaser samt länkanalyser. Slutligen skapades en matris med för- och nackdelar för de olika kontexterna.

### **4.5.1 Jämförelse mellan arbetsfaser i MTS och bryggsimulator**

I figur 4.5.1.1 visas jämförbara aspekter kopplade till arbetsfaserna i MTS respektive bryggsimulator.



Figur 4.5.1.1 Jämförelse mellan arbetsfaser i MTS respektive bryggsimulator

Arbetsfaserna i MTS och bryggsimulatorn var lika och de delar som främst skilde sig åt var kopplade till vilka rum som användes, vilka high fidelity-element som fanns, vilka hjälpmedel som användes vid briefing och debriefing samt hur operatörsförfaranden dokumenterades. Då

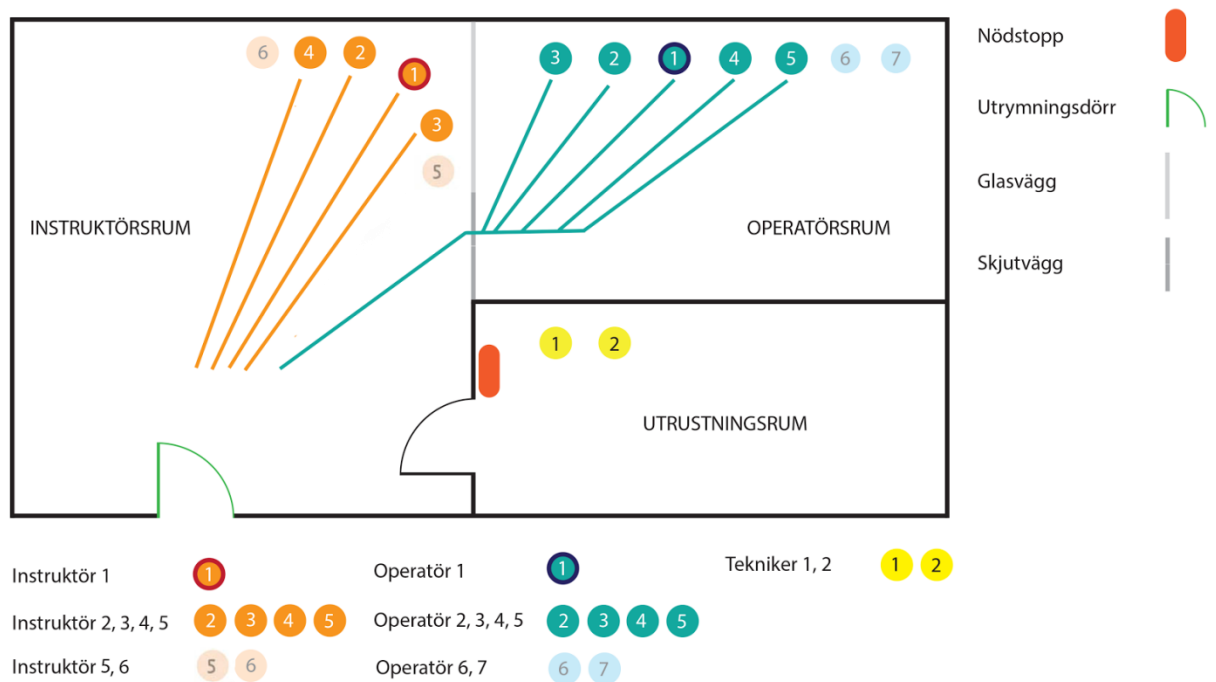
det fanns ett separat briefingrum för bryggsimulatorens möjliggjordes i högre grad utvärdering, återkoppling och diskussion. Det fanns även större möjligheter att dokumentera och övervaka eftersom övningarna i bryggsimulatorens filmades. Graden av fidelity var också högre i bryggsimulatorens, då denna var mer lik verkligheten och hade en högre grad av anpassningsbarhet för exempelvis ljud och ljus.

Eftersom arbetsgången för MTS och bryggsimulatorens anses likvärdig vore det troligt att kvaliteten på MTS-utbildningen skulle öka om samma fysiska förutsättningar fanns i MTS som i bryggsimulatorens.

## 4.5.2 Resultat av länkanalys för MTS och bryggsimulator

### MTS länkanalys

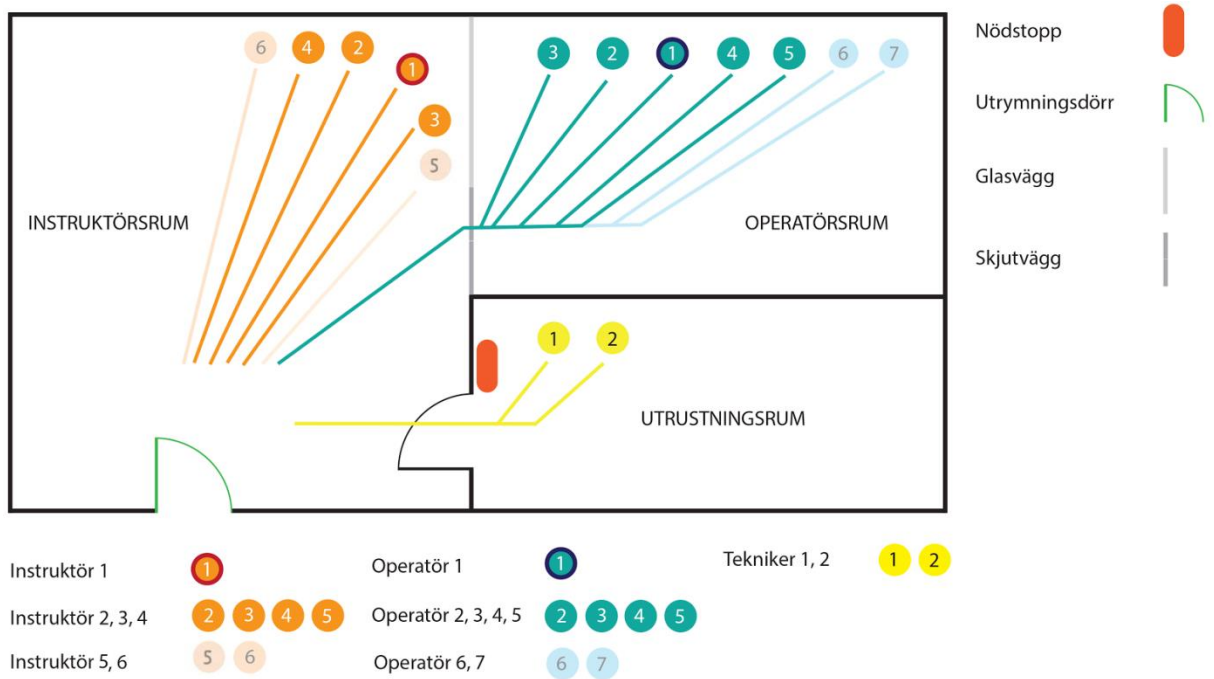
Resultatet av länkanalysen för MTS illustrerades i en grafisk presentation av de förflyttningar som gjordes då ett normalt antal aktörer vistades i de olika rummen, vilket visas i figur 4.5.2.1.



Figur 4.5.2.1 Antalet aktörer som normalt vistas i lokalen; Fyra instruktörer och fem operatörer. Strecken i illustrationen visar flöden vid exempelvis in- och utgång i MTS.

I denna länkanalys konstaterades att samtliga personer som vistas samtidigt i MTS måste passera instruktörsrummet för att nå sina respektive positioner. Detta skulle kunna ha en störande effekt för de instruktörer som arbetar. Vidare tydliggjordes att nödstoppets placering skulle kunna vara mer lättillgängligt om det placerats i närmare anslutning till instruktörerna.

Vidare illustrerades det fall då ett maximalt antal aktörer vistades i de olika rummen, vilket visas i figur 4.5.2.2.

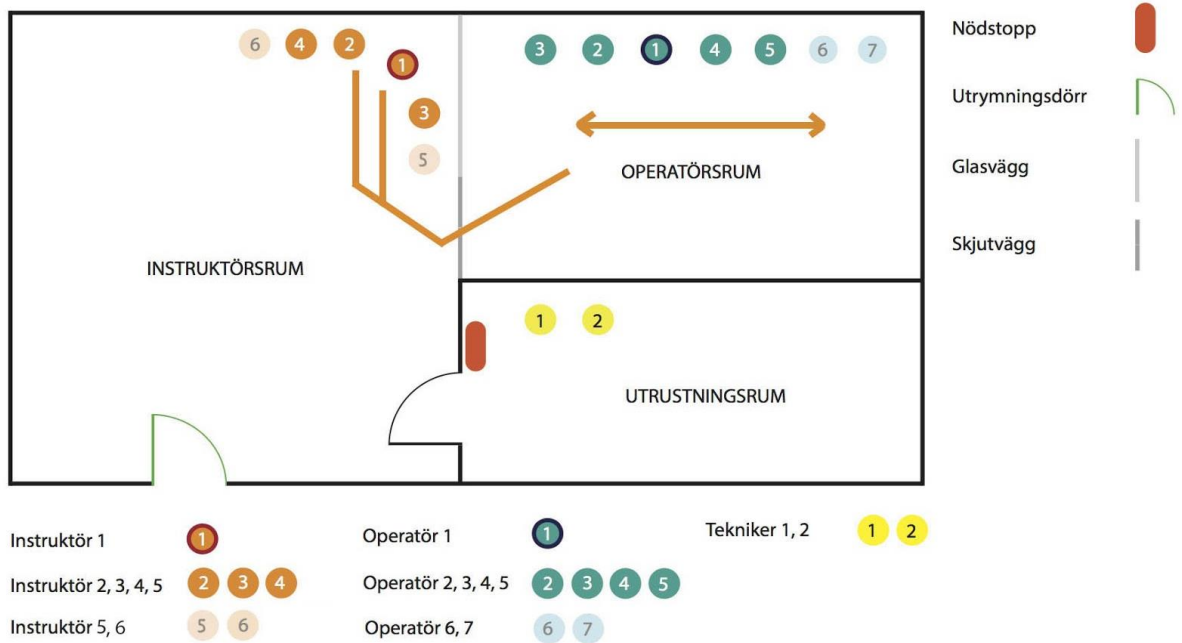


Figur 4.5.2.2 Maximalt antal aktörer; Sex instruktörer, sju operatörer och två tekniker. Strecken visar exempel på deras väg ut vid exempelvis händelse av brand.

Illustrationen tydliggjorde den problematik som skulle kunna uppstå vid exempelvis händelse av brand då det maximala antalet aktörer i MTS måste utrymma genom samma väg. Om en brand skulle uppstå som blockerar utrymningsdörren hade instängning kunnat ske. Vidare konstaterades att om en brand skulle uppstå i operatörs- eller utrustningsrummet skulle de aktörer som vistades i något av dessa rum stängas inne om innerdörrarna blockerats av branden. Sammanfattningsvis uppfyllde inte MTS lagkrav gällande två, av varandra oberoende, utrymningsvägar i utåtgående riktning. Lokalerna saknar även fönster som skulle kunna användas som en alternativ utrymningsväg.

Slutligen illustrerades flöden och förflyttningar vid en undervisningssituation då ett normalt antal aktörer vistas i MTS.



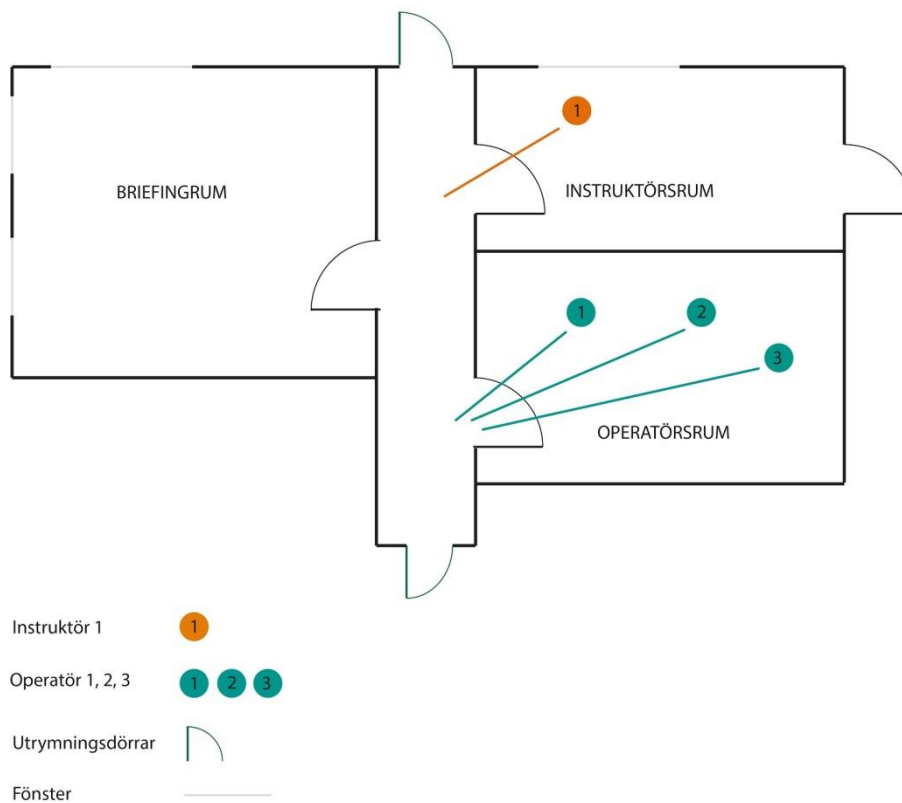


Figur 4.5.2.2 Visualisering av instruktörers rörelsemönster vid undervisning

I denna illustration konstaterades att det bör finnas ett tillräckligt stort rörelseutrymme bakom operatörerna för att möjliggöra instruktörernas närvaro vid undervisning i operatörsrummet.

### Bryggsimulator länkanalys

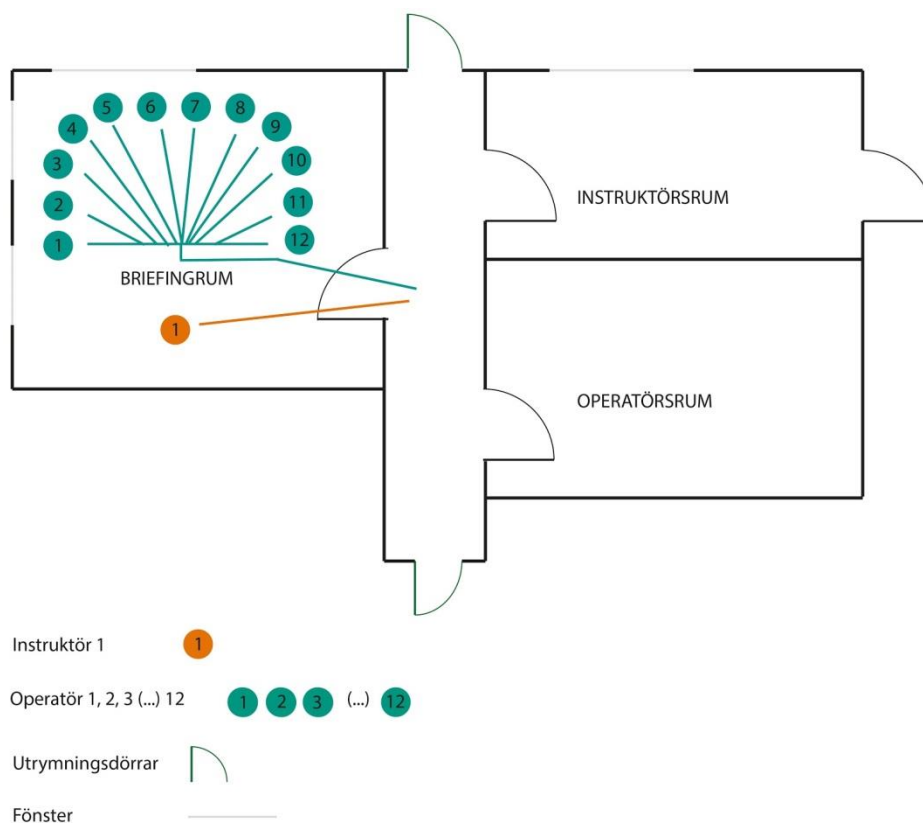
En motsvarande länkanalys för bryggsimulator illustrerades och visas i figur 4.5.2.3. Denna visualiserar de som normalt vistas i lokalen under en övning, det vill säga en instruktör i instruktörsrummet och tre operatörer i operatörsrummet.



*Figur 4.5.2.3 Visualisering av det antal aktörer som normalt vistas i lokalen. Korridoren fortsätter nedåt med ytterligare fyra operatörsrum.*

I denna illustration konstaterades att korridoren används som passage för instruktörer och operatörer, vilket innebär att de inte passerar varandras rum för att nå sina respektive platser. Därav skulle eventuella störningsmoment undvikas.

I figur 4.5.2.4 visas det maximala antalet aktörer i bryggsimulatorn och deras väg ut vid en utrymningssituation.



Figur 4.5.2.4 Maximalt antal aktörer och deras väg ut vid exempelvis händelse av brand.

Illustrationen åskådliggjorde att det fanns flera, av varandra oberoende, utrymningsvägar samt att dörrarna var utåtgående i utrymningsriktningen.

### Jämförelse mellan MTS och Bryggsimulator

	MTS		Bryggsimulator	
	Fördelar	Nackdelar	Fördelar	Nackdelar
<b>Briefingrum/Debriefingrum</b>		Briefing/debriefing sker inte i ett separat rum, utan i operatörs- eller instruktörsrummet.	Separat briefing/debriefingrum som möjliggör avskild genomgång av scenario och efteranalys.	
<b>Operatörsrum</b>	Operatörerna sitter avskilt och störs inte av att andra personer kommer in MTS.	Operatörerna måste passera instruktörens rum för att nå operatörsrummet.	Det är ett naturligt flöde för operatörer att ta sig till operatörsrummet och de behöver inte	Operatörerna har svårt att påkalla instruktörens uppmärksamhet

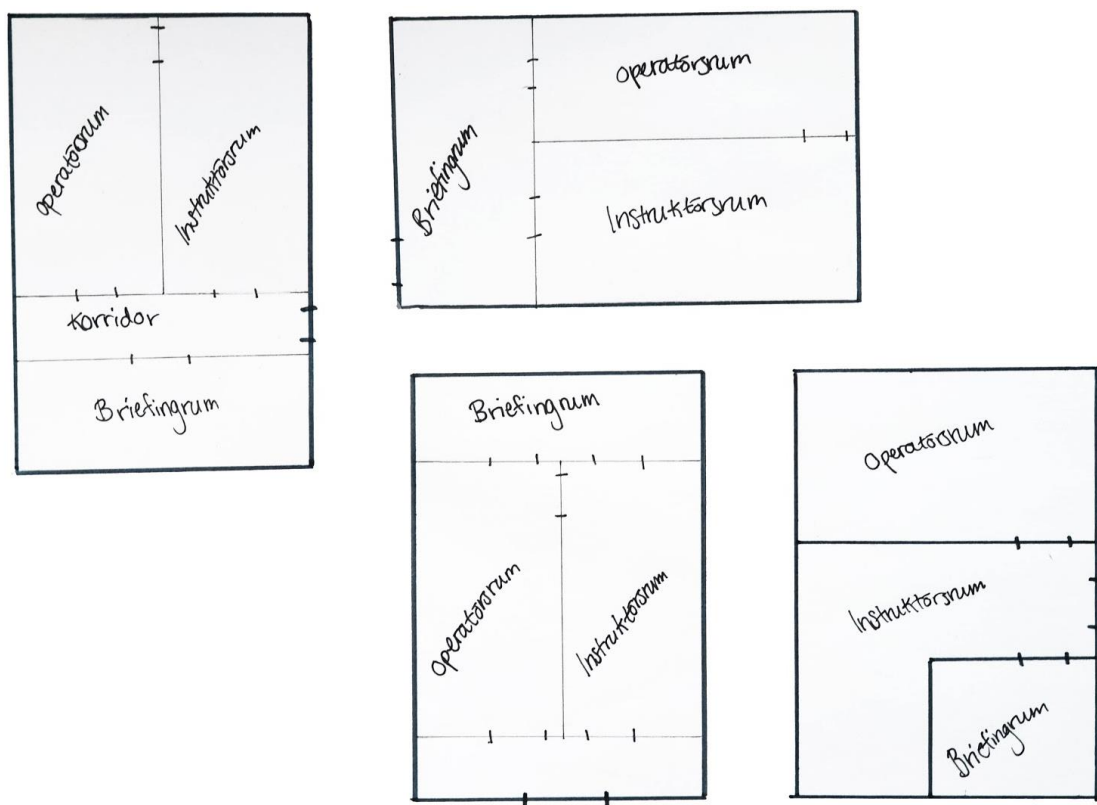
	Operatörerna kan visuellt signalera till instruktörerna vid behov av hjälp genom glasväggen som vetter mot instruktörsrummet .		passera andra rum.	et då de inte ser varandra genom de olika rummen.
<b>Instruktörsrum</b>	Instruktörerna har en viss översikt över operatörerna genom glasväggen som vetter mot operatörsrummet.	Samtliga aktörer som visats i MTS måste passera instruktörsrummet för att nå sina respektive arbetsområden.	Instruktörsrummet är avskilt och inga andra passerar detta rum.	Instruktören har ingen visuell översikt över operatörerna, utan deras förfaranden övervakas via filmkameror.
<b>Utrustningsrum</b>	Tekniker passerar inte operatörsrummet för att ta sig till utrustningsrummet.  Utrustningsrummet är placerat i anslutning till operatörsrummet, vilket minimerar kabeldragning.	Samtliga aktörer som visats i MTS måste passera instruktörsrummet för att nå sina respektive arbetsområden.	All nödvändig utrustning finns i operatörsrummet.	
<b>Brand-säkerhet</b>		Endast en utrymningsväg med inåtgående dörr. Vid händelse av brand i instruktörsrummet är utrymningsvägen blockerad. Likaså om brand skulle uppstå i operatörs- och/eller utrustningsrummet	Det finns flera, av varandra oberoende, utrymningsvägar i utåtgående riktning samt alternativa utrymningsvägar genom fönster. Korridoren ger direkt access till utrymningsdörrar åt båda håll.	

		t finns inga utrymningsvägar därifrån.		
<b>Placering av nödstopp</b>		Begränsad access till nödstoppet i utrustningsrumme t. Det bör vara lättåtkomligt placerat.		Uppgifter om nödstopp saknas.

## 4.6 Resultat från idégenerering och konceptutveckling

### Resultat från 2-3-5-metoden

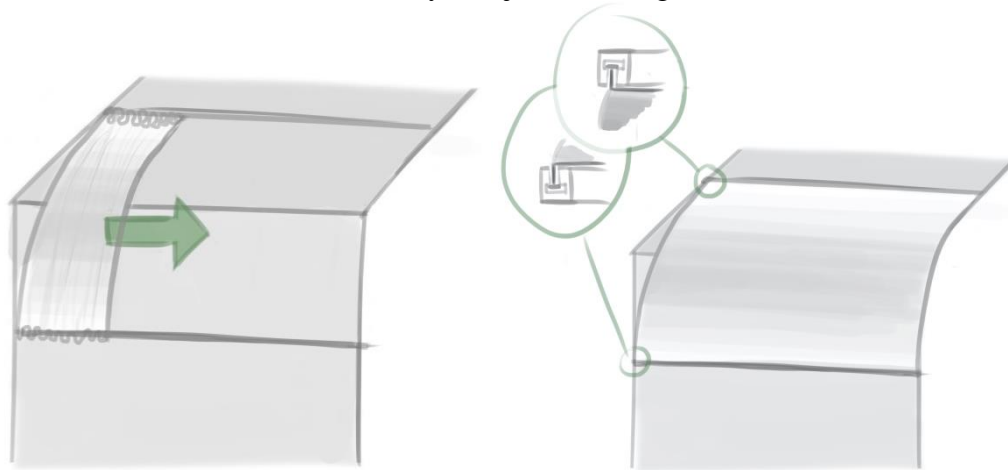
De förslag på olika planritningar för MTS som skapades vid 2-3-5-metoden visas i figur 4.6.1.



Figur 4.6.1 - Idéskisser över olika planritningar för MTS

I de tidiga idéskisserna inkluderades ett briefingrum i MTS och olika förslag på utrymningsvägar och dörrar implementerades för att möjliggöra fler utgångar vid en utrymningsituation. Vidare placerades operatör- och instruktörsrum mittemot varandra för att medge bättre översikt.

De idéer som framkom avseende fidelitydetaljer visas i figur 4.6.2.

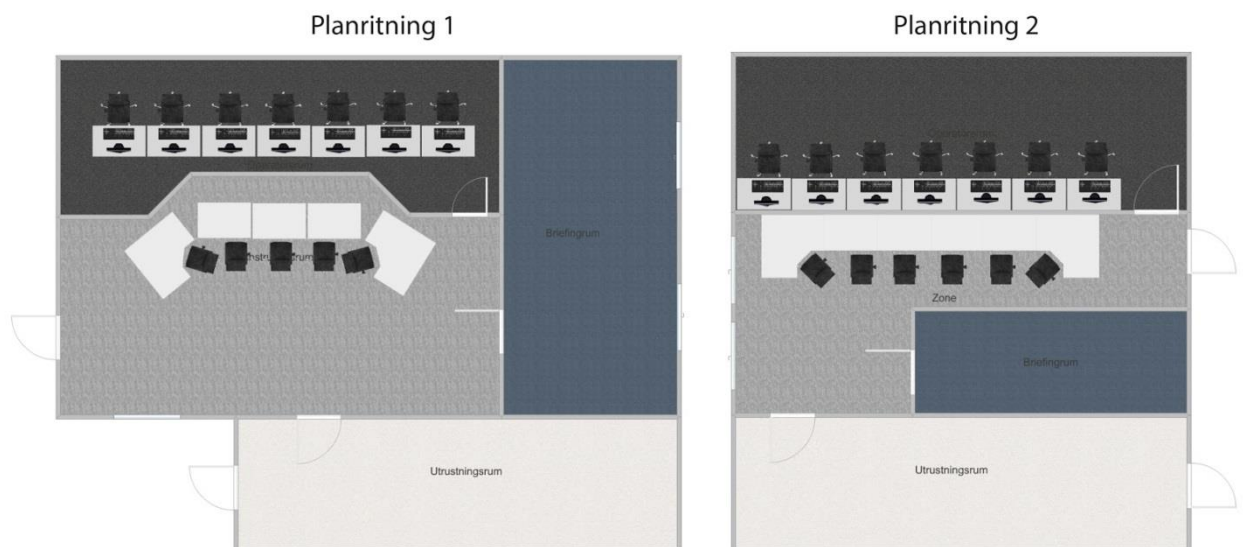


Figur 4.6.2 Förslag på skärmvägg som skapar en rumslig känsla av en flygplanskropp i infällt (vänster) respektive utfällt läge (höger).

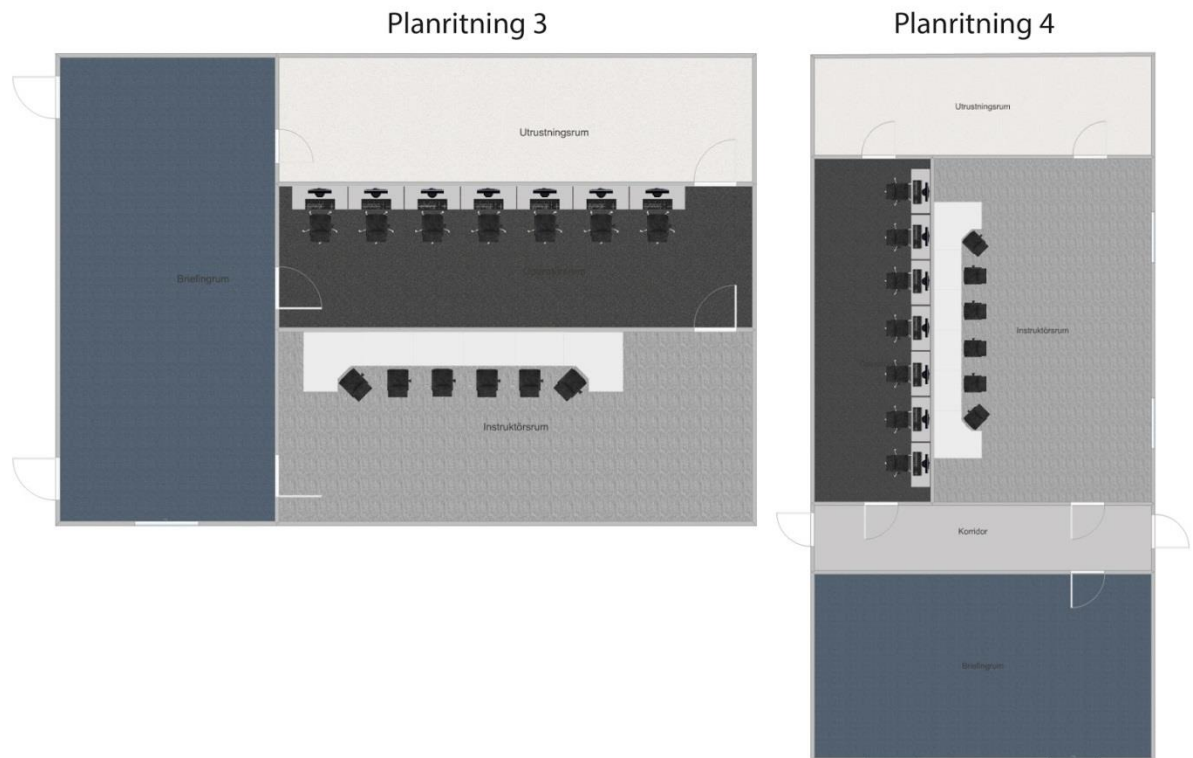
De detaljer som skulle kunna höja verklighetskänslan i MTS konstaterades främst vara olika typer av tillägg som höjer känslan av flygplansautenticitet. Detta skulle kunna genomföras på olika sätt, antingen genom en flexibel skärmvägg enligt figuren ovan eller genom uppbyggnad av konkava innerväggar som förstärker känslan av en flygplanskropp i operatörsrummet.

### Förfining av konceptförslag

De första planritningarna itererades i omgångar och illustrerades sedan i Roomsketcher, vilka visas i figur 4.6.3 och figur 4.6.4.



Figur 4.6.3 Planritningar skapade i Roomsketcher (blå - briefingrum, mörkgrå – instruktörsrum, ljusgrå - utrustningsrum)



Figur 4.6.4 Planritningar skapade i Roomsketcher (blå - briefingrum, mörkgrå – instruktörsrum, ljusgrå - utrustningsrum)

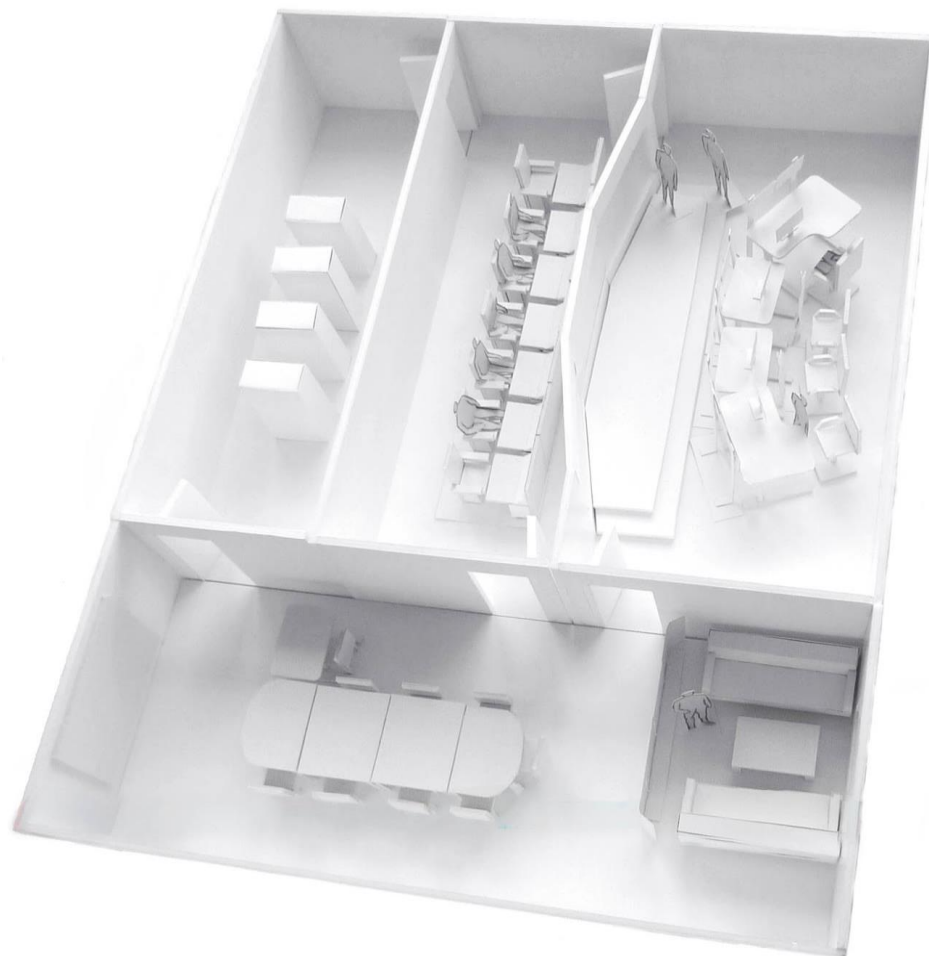
I planritning fyra lades en korridor mellan rummen för att ytterligare utforska utrymningsmöjligheter och rörelsemönster. I övriga planritningar sammanlänkades alla rum och förseddes med flera, av varandra oberoende, utrymningsvägar i utåtgående riktning. Det adderades även dörrar för att medge direkt access mellan instruktörs- och operatörsrum. Övriga aspekter som beaktades var att möjliggöra briefing och debriefing i ett separat rum, medge översikt för instruktörer över operatörer samt att dimensionera för rörelseutrymme i samtliga rum. I planritning tre och fyra placerade utrustningsrummen i direkt anslutning till operatörsrummet med hänsyn till kabeldragning och placering av hårdvara.

### Val av koncept

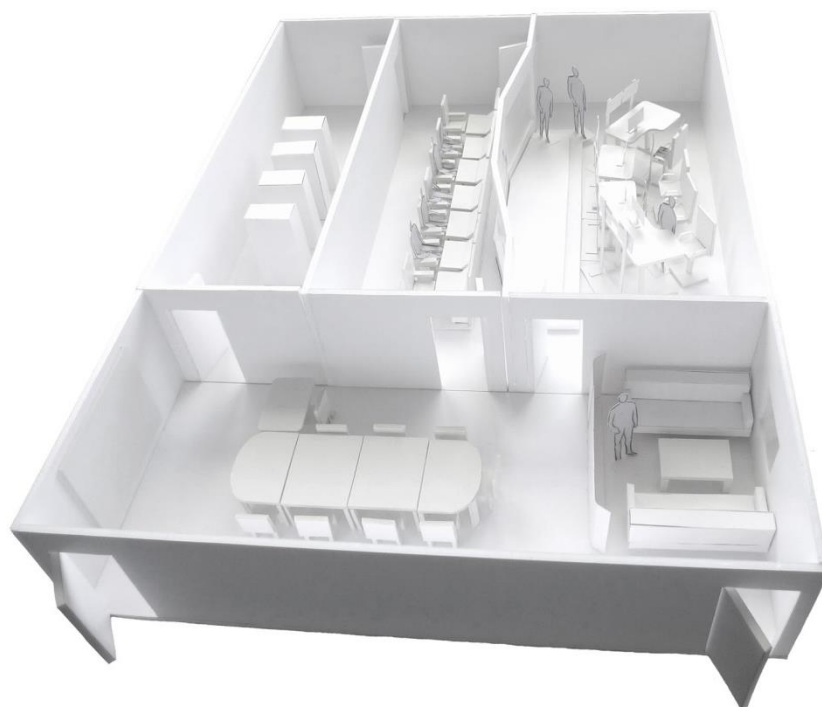
Det slutgiltiga konceptet blev en kombination av planritning 1 och 3, med förläggning av rum enligt planritning 3 och skiljevägg operatörer-instruktörer enligt planritning 1. Konceptet selekterades genom skapandet av en Pugh-matris där det tilldelades den högsta poängen i förhållande till referenslösningen som utgjordes av dagens MTS (figur 1.1.1). De kategorier där det slutgiltiga, nya designkonceptet, fick högre poäng var bland annat överskådlighet för instruktörer över operatörer, rörelsemöjligheter och ergonomi, briefing och inläring samt säkerhet och utrymning.

### 4.6.1 Beskrivning och konkretisering av designkoncept

Det nya designkonceptet utvecklades ytterligare och stämades av mot FRS för att ta hänsyn till de grundkrav som förelåg med avseende på rumsmått, teknisk utrustning och antalet operatörs- och instruktörsplatser. Fullständiga mått återfinns i appendix I. Slutresultatet illustreras i figur 4.6.1.1 och 4.6.1.2.



*Figur 4.6.1.1 Fysisk modell av designkonceptet i skala 1:24. Figurerna i modellen representerar personer med längd 165 cm respektive 190 centimeter.*





Figur 4.6.1.2 Alternativ vy av designkonceptet i skala 1:24. Figurerna i modellen representerar personer med längd 165 cm respektive 190 cm.

### Beskrivning av designkoncept



Figur 4.6.1.3 Designkoncept med rumsindelning

#### 1. Briefingrum

Detta rum är avsett för briefing- och debriefing samt undervisning. Det finns utrymme för ett modulärt konferensbord som kan utökas vid behov av fler platser. Vidare har ett arbetsbord för instruktörer lagts till, där en dator för genomgång av exempelvis scenarion kan användas. Längst fram i rummet finns utrymme för en whiteboard eller en projektor. Det finns även utrymme vid resterande väggar för bokhyllor, kartor, tavlor etc.

## 2. Pausutrymme

Plats för vila och rast. Placerad i nära anslutning till resten av arbetsplatsen, med skiljevägg för att avskärma utrymmet. Medger enklare pausmöjlighet då det är placerat i anslutning till briefingrummet.

## 3. Instruktörsrum

Det finns fyra stycken höj- och sänkbara arbetsbord för instruktörerna. Dessa är placerade i en halvcirkel för att medge bättre översikt och möjliggöra kommunikation. Datorskärmarna har placerats på en separat ställning som följer placeringen av arbetsborden. Vidare har en upphöjd platta implementerats vid glasväggen för att medge översikt över operatörer samt möjliggöra fler synvinklar vid övervakning. Vid behov av dagsljusinsläpp kan ett fönster placeras på den bortsida kortsidan i rummet.

## 4. Operatörsrum

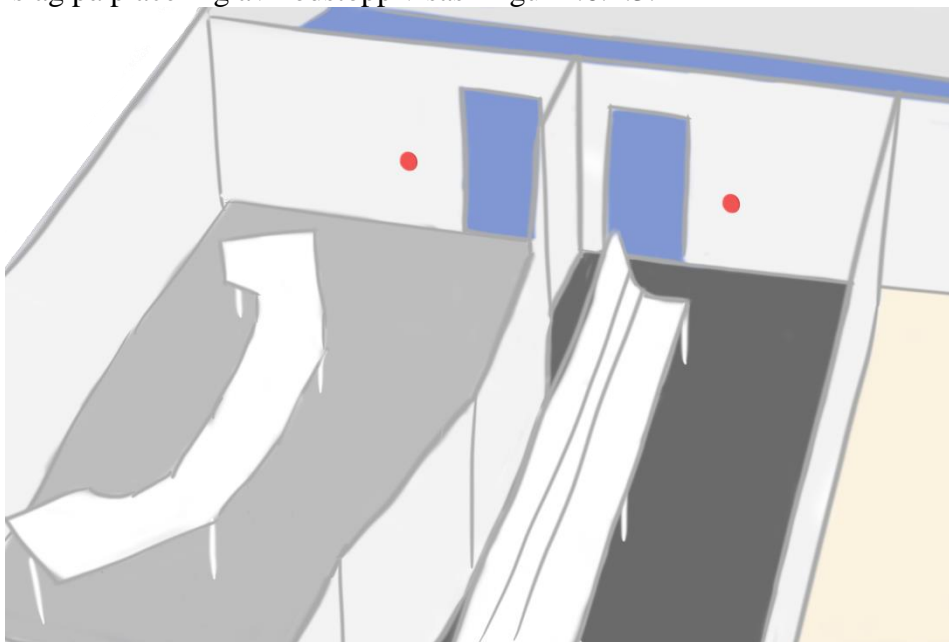
Det finns sju operatörsplatser som är placerade på en rad i likhet med det verkliga flygplanet. Operatörerna sitter med ansiktena vända mot instruktörsrummet och synliggörs genom den formgivna glasväggen. Här finns även möjlighet att addera en förstärkt flygplanskänsla genom uppbyggnad av konkava väggar eller någon form av fidelitylösning som nämnts tidigare. Vidare finns ett utrymme bakom operatörerna för att medge rörelseutrymme för instruktörer vid undervisning. Som alternativ eller komplement till glasväggen skulle filmkameror kunna implementeras. Detta för att medge bättre återkoppling vid debriefing och möjlighet att utvärdera filmsekvenser i realtid.

## 5. Utrustningsrum

Utrustningsrummet har dimensionerats i enlighet med den utrustning som nämns i FRS. Det finns ett extra rörelseutrymme för att möjliggöra olika arbetsställningar för tekniker.

### Placering av nödstopp

Ett förslag på placering av nödstopp visas i figur 4.6.1.3.



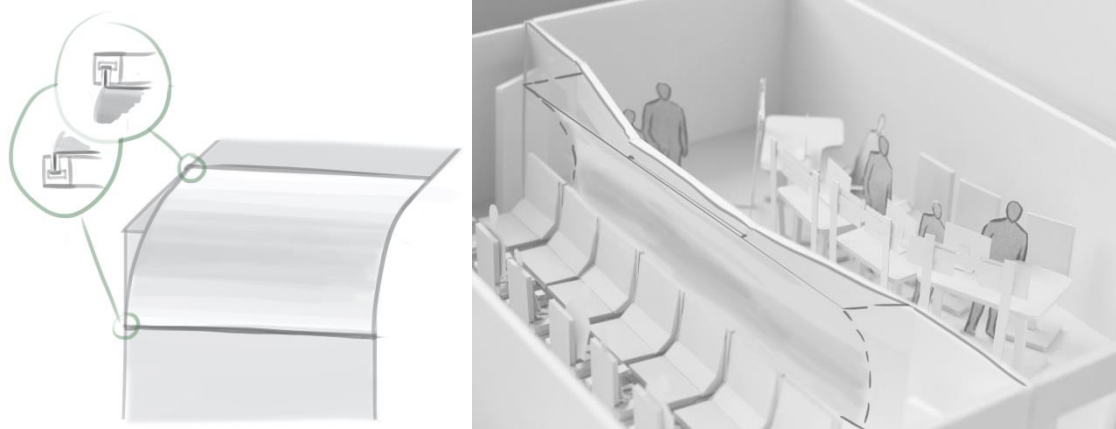
Figur 4.6.1.3 Placering av nödstopp i instruktörs- och operatörsrum

Nödstoppen har placerats lättåtkomligt för såväl instruktörer som operatörer. De är i direkt anslutning till ingången till respektive rum. Nödstoppen bör markeras ut tydligt med eventuella skyddsåtgärder för att motverka felanvändning.

### High fidelity

De verklighetshöjande element som skulle kunna implementeras i MTS är kopplade till påläggning av autentiska ljud, ljussättning och färger. Ljudpålägg är önskvärt då operatörerna bör ges möjlighet att tränas i kommunikation även under försvårande omständigheter så som exempelvis radiobrus och många anrop. Ljussättningen bör kunna justeras så flera scenarion kan möjliggöras, exempelvis övning i mörker. Detta kan göras genom att installera en dimfunktion i operatörsrummet. Vidare kan en genomtänkt färgsättning bidra till olika sinnesstämningar samt bidra till anläggningens helhetsintryck.

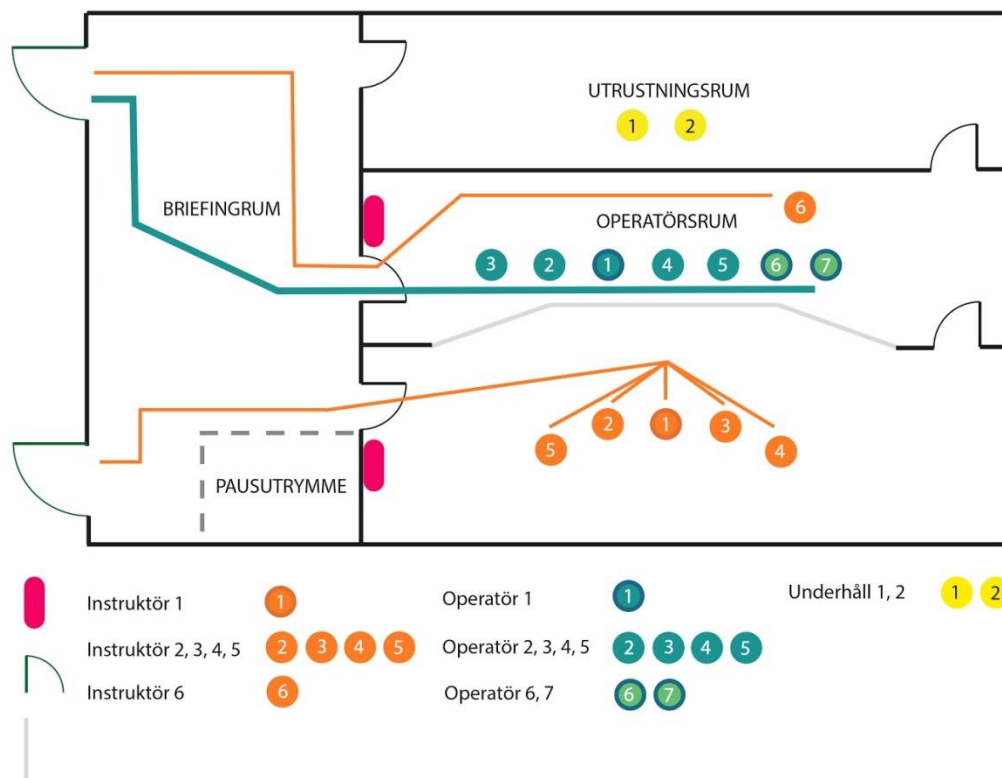
I figur 4.6.1.4 visas ett förslag på hur den rumsliga uppfattningen av en flygplansliknande kropp kan ges.



*Figur 4.6.1.4 förslag på flygplansliknande kropp och placering av denna. En alternativ placering är på väggen bakom operatörerna.*

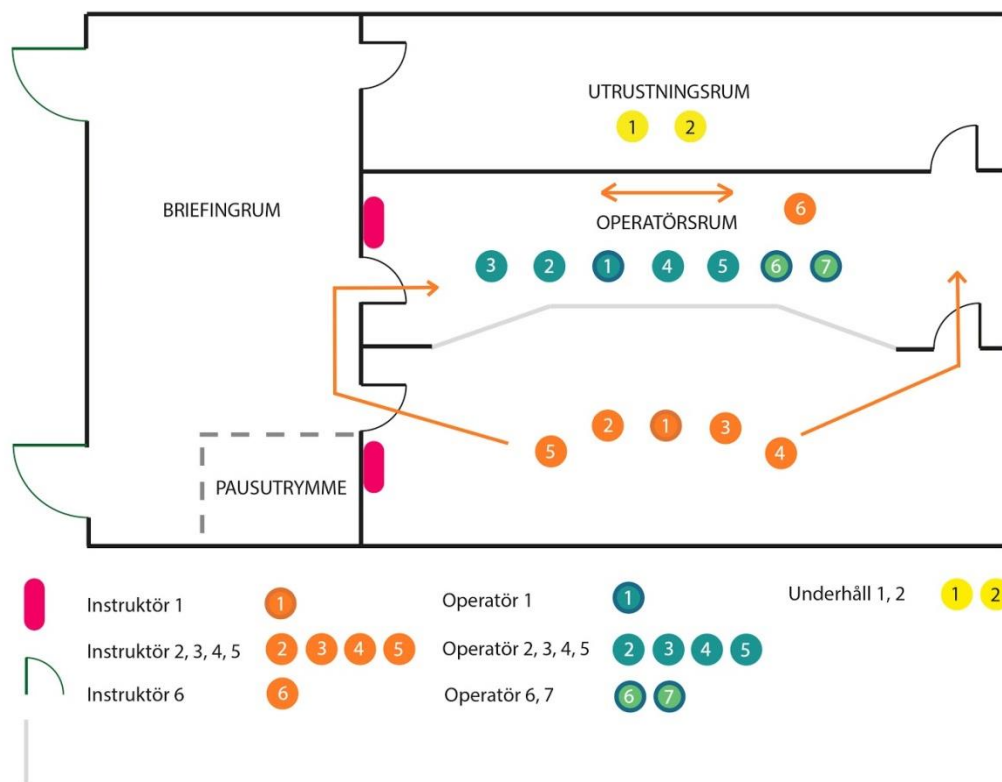
### Länkanalys för designkonceptet

I figur 4.6.1.5 visas länkanalysen för det nya designkonceptet då ett normalt antal aktörer vistas i MTS.



Figur 4.6.1.5 Länkanalys för ett normalt antal aktörer vid in- och utgång i MTS.

Den nya länkanalysen visar accessen in och ut från de olika arbetsområdena. Varken operatörer, instruktörer eller tekniker passerar varandras respektive rum, vilket var fallet i tidigare MTS. Det finns även flera alternativa vägar för aktörerna att röra sig i MTS. I figur 4.6.1.6 illustreras instruktörernas rörelsemönster vid undervisning av operatörer.

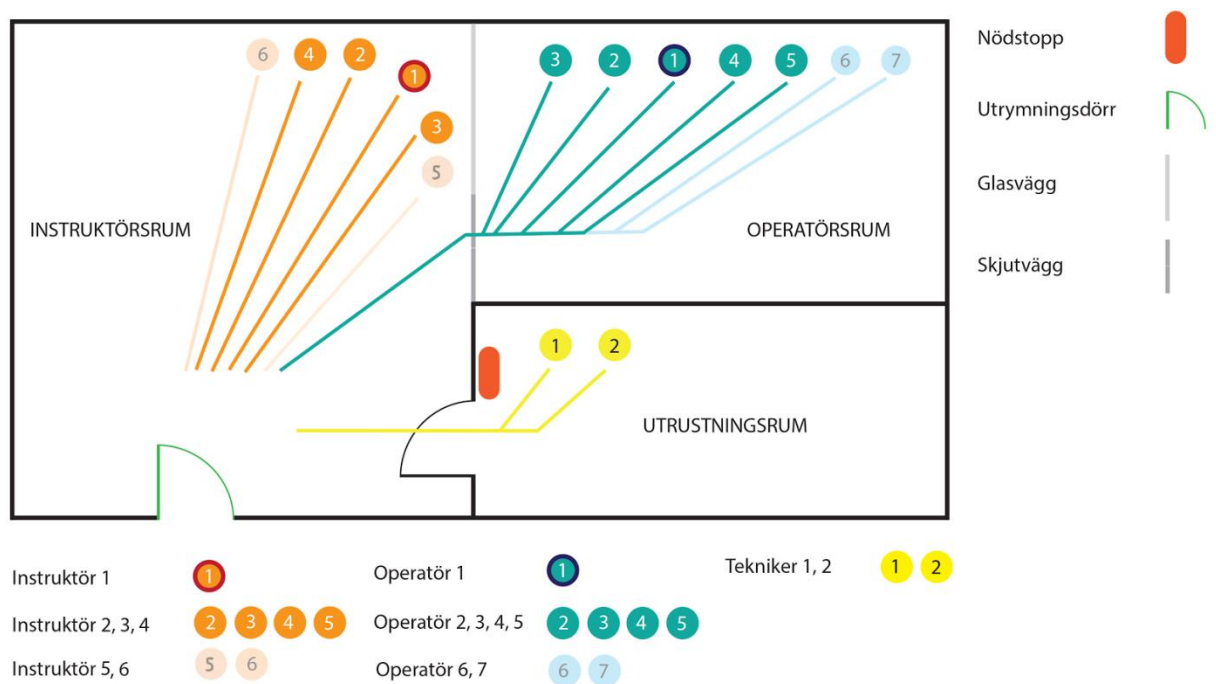


Figur 4.6.1.6 Rörelsemönster för instruktörer vid undervisning av operatörer.

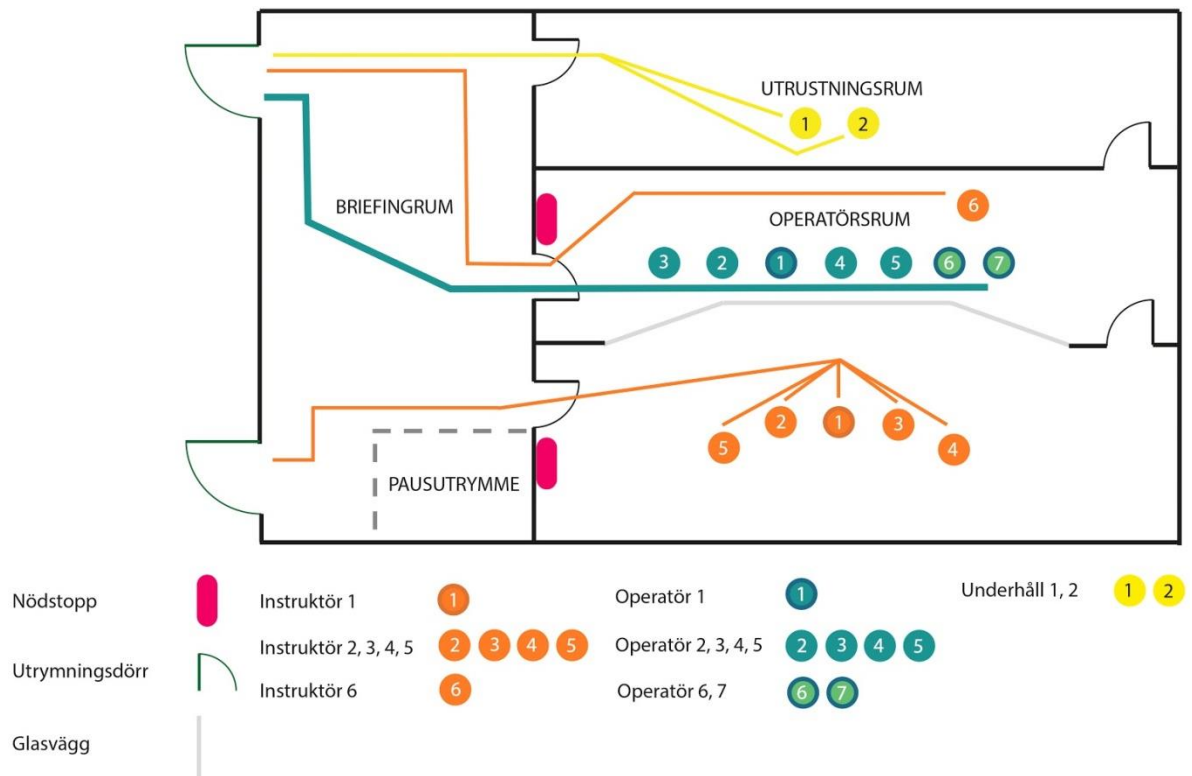
Det finns flera ingångar till instruktörs- och operatörsrummet vilket ger större flödesmöjligheter för aktörerna. Det kan även pågå aktivitet i briefingrummet och pausutrymmet utan att rörelser mellan operatörsrum och instruktörsrum stör denna aktivitet.

### Jämförelse mellan länkanalyser

I figur 4.6.1.7 och figur 4.6.1.8 visas en jämförelse mellan den ursprungliga MTS och det nya designkonceptet. Här illustreras ett maxfall av ingående aktörer och deras väg ut vid en utrymningsituation.



Figur 4.6.1.7 Illustration av maxfall för den ursprungliga MTS



Figur 4.6.1.8 Illustration av maxfall för det nya designkonceptet

Utrymningsvägarna i det nya designkonceptet är fler, vilket medför att aktörerna har flera möjligheter att ta sig ut vid en utrymningssituation. Risken för instängning i det nya designkonceptet är lägre då det finns flera sätt att ta sig runt i MTS.

## För- och nackdelar med designkonceptet

### Ergonomi

- + Designkonceptet möjliggör varierade arbetsställningar. Instruktorer uppmuntras att resa sig vid övervakning genom glasväggen och ges möjlighet till sittande och stående arbetsställningar vid de höj- och sänkbara arbetsborden.
- Instruktorerna behöver resa sig från sin plats för att observera operatörerna.
- + Möjlighet till färgsättning i enlighet med Saab Design Guidelines (appendix H).
- + Dagsljusinsläpp via fönster i briefingrummet och eventuellt i instruktörsrummet vid behov.
- Fönster kan medföra bländning. Kan åtgärdas med gardiner eller dyligt.

### Översikt och kommunikation

- + Upphöjd platta i instruktörsrummet, mot glasväggen till operatörsrummet, medger översikt över operatörer.
- + Glasväggen kan antingen vara fönsterglas eller envägsglas, beroende på operatörernas upplevelse. Fönsterglas möjliggör visuell kommunikation så som ögonkontakt mellan instruktörer och operatörer. Envägsglas medger att instruktörerna kan övervaka utan att påverka operatörer.
- Fönsterglas kan medföra en känsla av att vara övervakad. Envägsglas tar bort möjligheten till visuell kommunikation.
- + Instruktorer sitter på böjd rad vilket ger bättre översikt och lättare att fysiskt se och kommunicera med varandra, jämfört med en rak rad.

### **Utvärdering och vila**

- + Ett separat briefingrum ger förutsättningar för avskild briefing och återkoppling före och efter övningar.
- Utökning med ett rum i MTS medför ökad yta.
- + Pausutrymmet är avskilt genom en skärmvägg och erbjuder plats för vila och återhämtning. Närheten uppmuntrar till användning.
- Med pausutrymme i anläggningen fås inget större miljöombyte, jämfört med externt pausutrymme.

### **Utrymning och access**

- + Alternativ access till samtliga rum ger utökade rörelsemöjligheter och minimerar potentiell instängning vid händelse av exempelvis brand.
- + Flera alternativa utrymningsvägar i form av dörrar och fönster i utåtgående riktning.
- Fler utrymningsvägar medför större platsanvändning.
- + Utrustningsrummet är placerat nära operatörsrummet vilket medger kort sträcka för kabeldragning. Tekniker behöver inte passera operatörs- eller instruktörsrum för att ta sig in i utrustningsrummet.
- + Operatörerna behöver inte passera instruktörsrummet för att nå sitt arbetsområde och vice versa.
- + Avvägt rörelseutrymme i utrustningsrummet för att underlätta underhåll och medge olika arbetsställningar.
- + Det finns utrymme att stå bakom operatörerna för att exempelvis observera eller hjälpa.

### **Övrigt**

- + Lättåtkomlig placering samt utökning av nödstopp.
- + Utrymme finns för whiteboard, förvaringsmöbler, kartor etcetera.

### **Skalbarhet för designkoncept**

I de fall där MTS av olika anledningar behöver modifieras eller skalas ner baserat på ekonomiska aspekter eller specifika kundönskemål finns följande alternativ:

MTS Mini: Designkonceptet som helhet bortsett från den separata briefingdelen, pausutrymme och med rak glasvägg istället för formad. All teknisk utrustning är av civilt utförande med avseende på exempelvis operatörsstol, tangentbord etcetera.

MTS Mellan: Designkonceptet som helhet bortsett från den formade glasväggen, men med implementering av videokameror för inspelning av operatörsutföranden.

MTS Max: Det slutgiltiga designkoncept som presenterats ovan med tillägg som videospelning som komplement till den formade glasväggen, högtalarutrustning för pålägg av autentiska ljud samt formgivning av operatörsrummet så det liknar den verkliga miljön med avseende på form, färg och materialval.

### **Feedback och utvärdering från Saab**

Efter presentationen av designkonceptet på Saab framkom att det ansågs vara fullvärdigt och möjligt att implementera med vissa justeringar. Det framkom åsikter kring glasväggen och den upphöjda plattan att instruktörerna skulle bli tvungna att resa sig från sina arbetsplatser för att observera operatörerna, och att detta möjligen kunde utgöra ett mindre problem. Vidare uttrycktes frågor kring rumsmåtten, vilka skulle kunna anpassas vid behov i verkligheten. Frågor kring placering av nödstopp lyftes då dessa inte visualiserats i modellen. Det stämdes

också av huruvida det nya designkonceptet, eller delar av det, skulle kunna införas i en framtida leverans.

## 4.7 Riktlinjer för MTS

### Ergonomi

- Möbler och övrigt interiör som möjliggör varierande arbetsställningar rekommenderas för en god ergonomisk miljö.
- Heltäckningsmattor kan absorbera ljud och ge en annan känsla än hårda golv.
- Placering av och avstånd till skärmar bör ske så att en god siktlinje kan erhållas, se appendix A.
- Det bör finnas lämpliga inställnings- och justeringsmöjligheter för personer mellan den 5:e och 95:e percentilen avseende instruktörernas arbetsplatser.
- Då konsol och operatörsstol enligt den ergonomiska undersökningen inte är lämpliga för personer från den 50:e percentilen och nedåt bör detta preciseras i en användarkravprofil.
- Övrig utrymmesdimensionering bör utgå från den 95:e percentilen.
- En rekommendation för fortsatt arbete med konsol och operatörsstol är att göra användartester för att utvärdera dess utformning och kompatibilitet.
- Datorer ger upphov till oönskat buller. Om möjligt placera denna utrustning separat från arbetsrum.
- Medveten färgsättning i briefingrum (rött) och i pausutrymme (blått) kan bidra till en önskad sinnesstämning för användarna. Färgsättning enligt Saab Design Guidelines (se appendix H) rekommenderas om möjligt, för att ge ett helhetligt intryck.
- Det bör inte finnas några trösklar i MTS med hänsyn till den utrustning som ska föras in.

### Simulatormiljö

- Autentisk hårdvara (operatörskonsol, operatörsstol, intercomutrustning, tangentbord etcetera) kan i förlängningen bidra till positiv överföring inför en verklig situation. Detta möjliggör även uttestning av utrustningens inställningsmöjligheter och eventuella brister i förhållande till användarna kan upptäckas redan i utbildningen. Autentisk utrustning har också en längre livslängd (25 år) jämfört med civil utrustning.
- High fidelity kan implementeras i form av möjlighet till påläggning av autentiskt ljud (radioanrop, brus, flygplansbuller, vibrationer etcetera). Det kan också implementeras genom en uppbyggnad av en flygplanslik kropp i operatörsrummet för att ge en verklig rumslig känsla. Vidare kan ljussättning med dimfunktion återge en autentisk ljusmiljö, vilken kan variera med de scenarion som övas. Syftet är att ge möjlighet att öva under verkliga förutsättningar som kan vara försvårande för arbetet. Därigenom kan positiv överföring från träningssituationen ske.
- Färgsättning och verklig färgåtergivning kan bidra till en ökad känsla av autenticitet i MTS. Likaså kan implementering av samma golv som finns i flygplanet bidra till en igenkänning till verkligheten.

### Inläring

- Ett briefingrum i direkt anslutning till övriga rum i anläggningen ger plats för återkoppling, utbildning och diskussion.



- En dörr som ger direkt access från instruktörsrummet till operatörsrummet medger en lättåtkomlig väg vid behov av vägledning med instruktörers närvaro hos operatörer.
- Whiteboardtavlor i briefingrum, operatörsrum och instruktörsrum möjliggör flexibla undervisningsmöjligheter.
- För tydlighet rekommenderas att operatörsskärmar numreras och färgkodas, likaså de speglade operatörsskärmar i instruktörsrummet. Det kan även vara bra att numrera och färgkoda platserna i briefingrummet på samma sätt för att lättare kunna ge direkt återkoppling till en specifik operatör vid briefing.
- Det rekommenderas vidare undersökningar huruvida en spegelvägg med envägssikt eller en glasvägg med tvåvägssikt är det bästa för instruktörer och operatörer. Vidare bör det undersökas om operatörerna upplever detta som störande i deras arbete samt om det bidrar till en ökad känsla av övervakning eller inte.
- Som komplement till glas- eller spegelvägg rekommenderas implementering av videokameror för inspelning av operatörernas förfaranden. Syftet med detta är att dokumentera sådant som är svårt att uppfatta annars så som kroppsspråk, kommunikation och sinnesstämning. Filmsekvenser kan med fördel användas vid debriefing för genomgång, återkoppling och diskussion kring ett träningsscenario.
- Implementering av arbetssätt i enlighet med Crew Resource Management rekommenderas för att träna teamet som helhet med avseende på bland annat kommunikation och hantering av komplexa situationer.

### **Säkerhet**

- Det bör finnas minst två, av varandra oberoende, utrymningsvägar i utåtgående riktning.
- Access mellan de olika rummen bör finnas så att instängningsrisker minimeras.
- Nödstoppet bör markeras så att det är lätt att identifiera, även då det är mörkt i lokalen. Det bör placeras lättåtkomligt utan att risk för åtkomst av misstag finns.
- Hela anläggningen bör medge ett naturligt flöde av de olika aktörernas rörelsemönster. Vid händelse av utrymningsituation är detta särskilt viktigt för att inte samtliga som vistas i anläggningen måste utrymma samma väg.

### **Instruktörsrum**

- Arbetsplatser placerade på en böjd rad kan bidra till en bättre översikt av de speglade operatörsskärmar samt bättre fysiska kommunikationsförutsättningar instruktörerna emellan. Detta då de inte behöver vrida och böja sig i samma utsträckning för att kommunicera med varandra då de sitter på en rak rad.
- Det rekommenderas att det ska finnas två dörrar som leder till instruktörsrummet för att medge ett bättre flöde.
- Det rekommenderas att en upphöjd plattform implementeras vid glasväggen för att medge bättre översikt och möjlighet till olika synvinklar för de som övervakar operatörernas förfaranden.
- Glasväggens utformning rekommenderas enligt designkonceptets illustration.

### **Operatörsrum**

- Operatörsplatserna rekommenderas att vara placerade längs en rak linje i likhet med den verkliga flygplansmiljön. Detta för att träningsituationen ska vara densamma som den verkliga och medge samma fysiska kommunikationssituation.
- Det bör finnas utrymme avsett för instruktörer att stå bakom operatörer för att bistå med hjälp och vägledning under utbildningen.

- Operatörsrummet bör vara placerat i direkt anslutning till utrustningsrummet för att minimera kabeldragning.
- Det rekommenderas att det ska finnas två dörrar som leder till operatörsrummet för att medge ett bättre flöde och fler utrymningsvägar.

### **Briefingrum**

- Om möjligt rekommenderas att operatörsskärmarna även kan speglas i briefingrummet där olika scenarion och förfaranden kan gås igenom. Alternativt kan en projektor användas för att åskådliggöra detsamma.
- Det rekommenderas att briefingrummet även innehåller ett avgränsat pausutrymme avsett för vila och återhämtning.
- Övriga förvaringsmöjligheter som krävs för förvaring av utbildningsmaterial bör finnas i briefingrummet.
- Det rekommenderas att det ska finnas två dörrar som leder till briefingrummet för att medge ett bättre flöde och fler utrymningsvägar.
- Dagsljusinsläpp reglerar olika biologiska funktioner, vilket gör det önskvärt att ha fönster i åtminstone ett av rummen, förslagsvis briefingrummet. Detta kan även fungera som en alternativ utrymningsväg.

### **Utrustningsrum**

- Utrustningsrummet bör vara placerat i direkt anslutning till operatörsrummet för att minimera kabeldragning.
- Dimensionerna för rummet bör möjliggöra nödvändigt rörelseutrymme för tekniker. Teknikerna bör kunna röra sig fritt i olika arbetsställningar och utrustningen bör vara lättåtkomligt placerat med utrymme både framför, bakom och vid sidorna.

## 5. DISKUSSION

### 5.1 Besvarades frågeställningen?

Vi fann, understött av teoretiskt underlag och information från simulatorcentrum på Chalmers, att en god simulatormiljö bör medge positiv transfer, ge användarna möjlighet att öva in moment i en riskfri miljö samt innehålla reflektions- och diskussionsmoment då dessa ger möjlighet till återkoppling och befästning av kunskaper.

Då utgångsläget var en miljö av kontorskaraktär fanns, utifrån ovanstående, ett antal aspekter från vilka MTS kunde förbättras med avseende på ergonomi och inläring. Frågeställningen besvarades således, eftersom både egenskaper och förbättringspotential med avseende på ergonomi och inläring identifierades och implementerades i det nya designkonceptet.

Aspekter kopplade till inläring har tagits i beaktande genom implementering av ett separat briefingrum samt att göra MTS användarvänlig för såväl operatörer som instruktörer. För operatörer bör MTS främst medge ett ändamålsenligt lärande och möjlighet att öva praktiska moment, medan det för instruktörer bör ge förutsättningar för en god undervisningsmiljö. Här återfinns konflikterande aspekter då operatörerna bör ha en miljö så nära verkligheten som möjligt med avseende på ljud, ljus etcetera, medan det för instruktörer är av vikt att ha en arbetsmiljö avsett för undervisning. Genom att separera operatörs- och instruktörsrum har båda dessa syften tillgodosetts och briefingrummet kan ge en utökad möjlighet till undervisning i en avskild miljö.

#### **Konflikterande aspekter**

Om antagandet att teambaserad träning och systemkunskap är MTS främsta syfte att tillhandahålla, bör större vikt läggas vid inläringen snarare än hur lik verkligheten MTS är. I detta fall fyller ett separat briefingrum i anslutning till operatörsrummet en viktig funktion då det främst är i briefing- och debriefingsituationer som teamet skapas och kunskaper befästs. Det är dock inte att förringa att miljön bör vara så lik den verkliga som möjligt, då främst kopplat till autentisk hårdvara så som operatörsstolar och konsoler samt placering av dessa. Detta eftersom det, enligt teori, påverkar positiv transfer till en verklig situation. Således gjordes avvägningar mellan funktion, high fidelity och ergonomi.

### 5.2 Diskussion kring arbetssätt och metod

En försvårande aspekt i arbetet var tillgången på verkliga användare. I designrelaterade utvecklingsarbeten utgör användaren en central roll, vilket i detta fall inte funnits att tillgå i önskad utsträckning. Arbetssättet har således varit av mer jämförande karaktär med liknande miljöer och användare. Detta, understött med teori från adekvata kontexter, har resulterat i en samlad bild av hur MTS sett skulle kunna förbättras.

En viktig del av utvecklingsarbetet var att klargöra i vilket syfte som simulatoren ska användas och vad målet med användningen är. Detta är något som tidigt i arbetet identifierades som en konflikterande aspekt vid de intervjuer som genomfördes på Saab, där olika personer framlyfte olika huvudsyften med MTS. En gemensam bild av dess syfte hade varit att föredra för att dra slutsatser kring önskvärda förändringar.

### 5.3 Miljöaspekter

Utifrån ett miljöperspektiv vore det önskvärt att använda militär utrustning i MTS. Detta eftersom den både är representativ för verkligheten och för att den har en längre hållbarhet (cirka 25 år) jämfört med civil utrustning, som behöver bytas ut mer frekvent. Vidare skulle lokalrelaterade aspekter så som isolering, materialval, ljuskällor etcetera kunna väljas utifrån de mest miljömässigt hållbara alternativen. Ur ett hållbart utvecklingsperspektiv spelar produkters livslängd och livscykel roll för hur miljövänliga de är samt på vilket sätt de kan återanvändas vid produktens slutfas. Detta gäller alltifrån val av belysningskällor till teknisk utrustning.

Andra aspekter av hållbarhet har inte varit möjliga att beakta då det inte finns ett tillräckligt underlag att utgå från eller jämföra med.

## 6. SLUTSATS

Sammanfattningsvis resulterade arbetet i ett designkoncept med förbättrade inlärningsmöjligheter, förslag på high fidelity-detaljer samt förbättrad säkerhet. Den föreslagna layouten ger ökade möjligheter till briefing och återkoppling, och förenklar för instruktörer att observera operatörer och uppfatta konflikter och problem vilket ger förbättrade möjligheter för besättningsträning.

Om tid och möjlighet funnits hade ett fortsatt arbete med användarstudier och utvärdering varit nästa naturliga steg i utvecklingsarbetet. Att undersöka hur användarna beter sig i miljön hade varit fördelaktigt, liksom att utföra intervjustudier för att ta reda på vilka problem de själva anser finns. Det hade också varit önskvärt att testa ut konceptet mot personer av olika längd och med olika räckvidd, för att undersöka hur mått och dimensioner kan anpassas för att ge en god ergonomisk miljö för så många som möjligt. Lika så att vidareutveckla detaljer och stämna av mot respektive avdelningar för att ta ytterligare steg mot att implementera förändringar i verkligheten. Ytterligare jämförelser med fler simulatormiljöer hade också kunnat genomföras. Eftersom MTS säljs till kundländer över hela världen är det relevant för dess utformning att den tar hänsyn till globala fysiska variationer, varför verifiering från olika verkliga användare anses önskvärt.

## REFERENSER

- Arbetsmiljöupplysningen, 2016. *Kontorsutformning*. [Online]  
Available at: <http://www.arbetsmiljoupplysningen.se/Amnen/Oppet-kontorslandskap>  
[Använd 14 04 2016].
- Arbetsmiljöverket, 2009. *Arbetsplatsens utformning*, u.o.: Arbetsmiljöverket.
- Arbetsmiljöverket, 2015. *Arbets höjd och arbetsyta*. [Online]  
Available at: <https://www.av.se/halsa-och-sakerhet/arbetsstallning-och-belastning---ergonomi/arbetshojd-och-arbetsyta/>  
[Använd 16 03 2016].
- Arbetsmiljöverket, 2015. *Sittande, stående och gående arbete*. [Online]  
Available at: <https://www.av.se/halsa-och-sakerhet/arbetsstallning-och-belastning---ergonomi/sittande-staende-och-gaende-arbete/>  
[Använd 16 03 2016].
- Beaubien, J. & Baker, D., 2004. *The use of simulation for training teamwork skills in health care: how low can you go?*, u.o.: MEDLINE.
- Björk, J. & Ellery, K., 2011. *Simulera mera - ger övning färdighet?*, Stockholm: Röda korset.
- Bohgard, M. o.a., 2008. *Arbete och teknik på människans villkor*. 1:a upplagan red. u.o.:Prevent.
- Center for medical simulation, 2016. *Debriefing assessment for simulation in healthcare*. [Online]  
Available at: <https://harvardmedsim.org/debriefing-assesment-simulation-healthcare.php>  
[Använd 03 05 2016].
- Chalmers tekniska högskola, 2012. *Simulatorcentrum*. [Online]  
Available at:  
<https://www.chalmers.se/sv/institutioner/smt/simulatorcentrum/Sidor/Simulatorcentrum%20vid%20Sj%C3%B6fart%20och%20marin%20teknik.aspx>  
[Använd 25 05 2016].
- Felländer-Tsai, L. o.a., 2010. *Journal of surgical education*, Stockholm: Karolinska university hospital.
- Haddleton, E., 2015. *Crew resource management - CRM*. [Online]  
Available at: <http://www.varhandboken.se/Texter/Teamarbete-och-kommunikation/Crew-Resource-Management-CRM/>  
[Använd 20 05 2016].
- Helmreich, R., Merritt, A. & Wilhelm, J., 2001. *The evolution of Crew Resource Management training in commercial aviation*, Austin: University of Texas.

Kjellberg, A., 1990. *Inte bara hörselskador, psykologiska effekter av buller i arbetsmiljön*, Solna: Arbetsmiljöinstitutet.

LearningWell, 2016. *Modelling & simulation*. [Online]  
Available at: <http://www.learningwell.se/sv/tag/9-simulator>  
[Använd 20 04 2016].

Lewis, R., Strachan, A. & McKenzie Smith, M., 2012. *Is High Fidelity Simulation the Most Effective Method for the Development of Non-Technical Skills in Nursing? A Review of the Current Evidence*, Washington D.C.: NCBI.

Lindmark, O., 2014. *Simulator*. [Online]  
Available at: <http://www.chalmers.se/sv/forskning/chalmersforskning/Sidor/Simulator-Olle-7-mars.aspx>  
[Använd 15 05 2016].

Lövgren, R., 2011. *Konceptgenereringsprocessen*. [Online]  
Available at: [http://rolflovgren.se/RL-MDH/Kurser/KPP017/Lecture%20notes%20\(svenska\)/5-%20Konceptgenereringsprocessen.pdf](http://rolflovgren.se/RL-MDH/Kurser/KPP017/Lecture%20notes%20(svenska)/5-%20Konceptgenereringsprocessen.pdf)  
[Använd 14 05 2016].

People and performance, 2015. *Positive and negative transfer*. [Online]  
Available at: [peopleandperformance.org/?p=226](http://peopleandperformance.org/?p=226)  
[Använd 16 03 2016].

Sallnäs, E.-L., 2006. *Intervjuteknik och analys av intervjudata*, Stockholm: Kungliga tekniska högskolan.

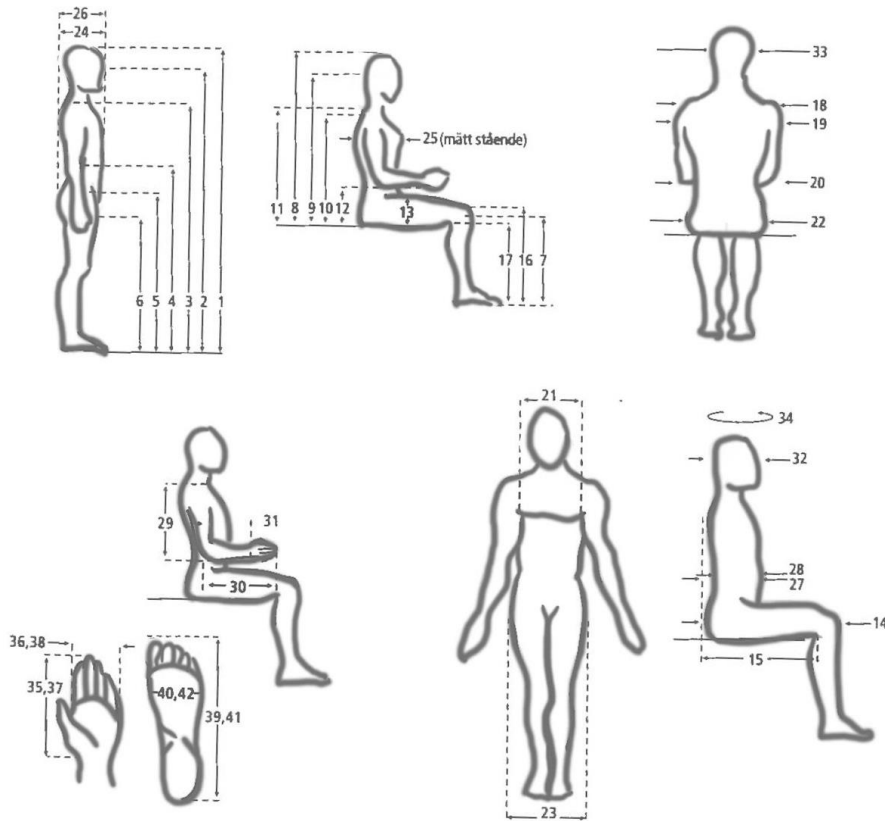
Spool, J., 2004. *The KJ-Technique: A Group Process for Establishing Priorities*. [Online]  
Available at: [https://articles.uiie.com/kj\\_technique/](https://articles.uiie.com/kj_technique/)  
[Använd 14 04 2016].

Tague, N., 2004. *The quality toolbox. 2:a red.* Milwaukee: ASQ quality press.

Woltz, D., MK, G. & BG, B., 2000. *Negative transfer errors in sequential cognitive skills: strong-but-wrong sequence application*, Washington D.C.: NCBI.

## Appendix A Antropometriska data på arbetsplatsen

En grundläggande indelning av antropometriska mått är i strukturella och funktionella data. Strukturella data är de statiska mått som “beskriver dimensioner och avstånd mellan anatomiska kännemärken i standardiserade kroppsställningar” (Bohgard, et al., 2008, p. 173). En specifikation av data för olika mått illustreras i figur A1 och figur A2.



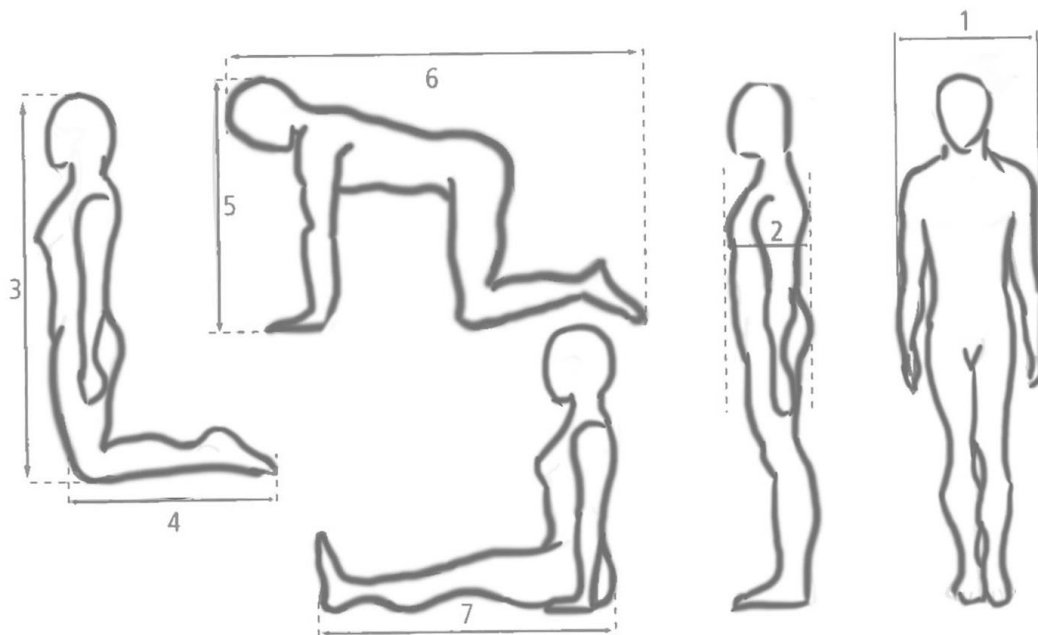
Figur A1 Illustration över olika kroppsmått



Dimension	Män					Kvinnor				
	5%	50%	95%	M	s	5%	50%	95%	M	s
1. Kroppslängd	1669	1779	1902	1792	70	1562	1673	1789	1674	68
2. Ögonhöjd	1562	1657	1778	1665	68	1446	1553	1668	1553	66
3. Skulderhöjd	1333	1459	1548	1454	66	1252	1357	1468	1359	63
4. Armbågshöjd	1020	1108	1181	1104	56	957	1044	1130	1042	52
5. Höfthöjd	920	999	1086	1002	53	843	934	1018	933	52
6. Skrevhöjd	693	810	899	803	56	696	776	837	772	43
7. Tibiahöjd	391	452	511	452	34	359	406	451	407	25
8. Sitthöjd	883	946	1006	944	36	832	892	949	892	35
9. Ögonhöjd i sittande	757	816	874	814	39	710	762	820	766	33
10. Skulderhöjd i sittande	557	607	668	608	33	521	577	624	575	29
11. Höjd till 7:e halskotan i sittande	592	678	737	675	37	585	632	673	634	27
12. Armbågshöjd i sittande	195	238	292	240	28	192	238	285	238	27
13. Lårtjocklek	129	158	184	157	16	126	145	173	147	15
14. Längd: länd-knä	565	613	667	613	32	539	596	644	594	32
15. Längd: länd-knäveck	451	493	545	496	29	431	477	522	478	30
16. Knähöjd	505	556	603	554	31	468	521	568	522	31
17. Knäveckshöjd	437	491	534	486	32	397	444	500	447	28
18. Skulderbredd över acromion	362	395	436	396	23	327	356	388	357	19
19. Skulderbredd över deltoideus	437	478	520	476	27	390	425	467	425	23
20. Bredd armbågar	423	535	628	536	59	381	444	538	450	47
21. Bröstkorgsbredd	295	345	415	347	34	256	304	342	303	24
22. Höftbredd sittande	326	387	445	391	35	367	416	463	414	30
23. Höftbredd stående	309	362	403	363	28	333	372	413	370	24
24. Bröstkorgsdjup, stående	194	243	295	242	32	162	190	220	191	17
25. Bröstkorgsdjup vid bröstvårtan	198	246	294	248	31	176	241	295	238	37
26. Kroppsdjup, stående	186	241	343	251	45	183	223	280	226	25
27. Djup, länd – buk, sittande	171	259	362	262	62	206	253	345	258	39
28. Bukdjup, sittande	204	237	351	250	46	191	227	317	235	38
29. Längd skuldra - armbåge	336	370	404	370	20	304	341	376	341	20
30. Längd armbåge - fingertopp	422	487	524	484	27	392	436	479	437	26
31. Längd armbåge - handled	239	286	317	284	20	215	252	284	251	21
32. Huvuddjup	185	200	210	200	8	178	190	200	189	8
33. Huvudbredd	144	155	165	154	7	140	146	155	147	5
34. Huvudomfång	551	581	605	581	16	535	555	578	556	14
35. Handlängd, höger	178	193	210	193	9	165	179	194	179	9
36. Handbredd, höger	80	87	98	87	5	71	78	86	78	4
37. Handlängd, vänster	178	194	212	194	9	165	179	195	179	9
38. Handbredd, vänster	80	85	96	86	5	70	78	87	78	5
39. Fotlängd, höger	245	266	286	265	15	223	243	263	242	12
40. Fotbredd, höger	93	101	112	101	6	84	91	101	92	5
41. Fotlängd, vänster	248	266	289	266	13	224	243	264	243	12
42. Fotbredd, vänster	90	100	111	100	6	83	90	100	91	5
43. Vikt (kg)	57	75	103	78	13	50	64	80	65	11

Figur A2 Data över percentiler, Sverige

Funktionella data är de dynamiska mått som beskriver det önskvärda rörelseutrymmet och räckvidden i olika situationer. Denna data anger exempelvis säkerhetsmarginaler för att inte slå i utstickande föremål och kan även inkludera socialt betingade krav avseende interaktionen med andra människor. En definition av utrymmesmått i olika kroppsställningar illustreras i figur A3 och figur A4.

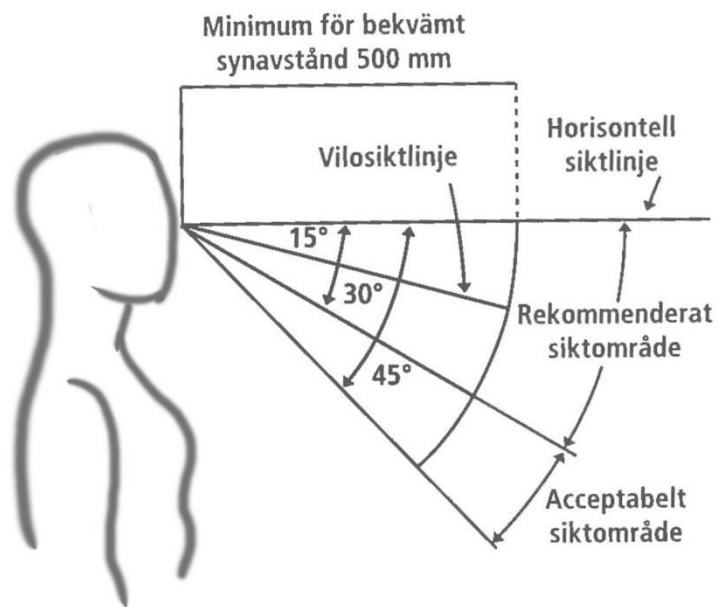


Figur A3 Illustration över kroppsställningar

Dimension	Män				Kvinnor			
	5%	50%	95%	s	5%	50%	95%	s
1. Maximal kroppsbredd	480	530	580	30	355	420	485	40
2. Maximalt kropps djup	255	290	325	22	225	275	325	30
3. Höjd vid knästående	1210	1295	1380	51	1130	1205	1285	45
4. Benlängd vid knästående	620	685	750	40	575	630	685	32
5. Kryphöjd	655	715	775	37	605	660	715	33
6. Kryplängd	1215	1340	1465	75	1130	1240	1350	66
7. Längd vid sittande: lænd-fotsula	985	1070	1160	53	875	965	1055	55

Figur A4 Data över percentiler, Sverige

I figur A5 visas rekommendationer för siktlinjer.



Figur A5 Rekommenderade siktlinjer

## Appendix B Lagar och regler på arbetsplatsen

Enligt Arbetsmiljöverkets författningssamling från år 2009 ges allmänna krav i urval enligt följande:

“4 § Arbetsplatser, arbetslokaler och personalutrymmen ska ha en, med hänsyn till verksamheten, tillräcklig area och fri höjd samt vara lämpligt förlagda, utformade och inredda.”

“5 § Arbetsplatser, arbetslokaler och personalutrymmen ska vara lätt och säkert tillgängliga och ha lämpliga samband med varandra.”

Rekommendationer för ljuskällor ges i urval enligt följande:

“13 § En ljuskällas återgivning av färger ska vara lämplig för arbetsuppgiften. Belysning ska vara utformad så att varningsskyltar, nödstoppsdon och liknande är lätta att uppfatta.”

För arbete specifikt vid datorskärm gäller att “3 § Allmänbelysningen skall ge lämplig luminansfördelning i rummet och lämplig kontrast mellan skärmen och den omgivande miljön med hänsyn till den arbetandes förutsättningar, synkraven i bildskärmsarbetet och arbetets art.”

De paragrafer som berör utrymning är i urval följande:

“75 § Det ska finnas sådana möjligheter till utrymning som är betingade av byggnadens, lokalens, arbetsplatsens och verksamhetens art. [...] I regel ska det finnas minst två av varandra oberoende utrymningsvägar. Utrymningsvägar ska så direkt som möjligt leda ut i det fria eller till annan säker flyktplats.”

“77 § Dörrar och grindar för utrymning ska normalt vara utåtgående i utrymningsriktningen. [...] Dörrar till eller i en utrymningsväg ska vara lätta att öppna. De får inte vara så låsta eller reglade att utrymning försvåras.”

“71 § Skydd mot instängning ska finnas i arbets- och förvaringslokaler där de som arbetar är speciellt utsatta för risker om de blir instängda.”

Det anses också, enligt Statens räddningsverks författningssamling 2004:3, nödvändigt att det ska finnas någon form av brand- och säkerhetsutrustning utöver de krav på utrymningsvägar som ställs.

## Appendix C Intervjuformulär Saab

Nedan följer en tabell över generella frågor (frågor som ställts till mer än en intervjuperson) samt frågor riktade till specifika intervjupersoner.

<b>Generella frågor</b>
Vad är din bakgrund i förhållande till MTS?
Hur går ett typiskt övningsscenario till i MTS?
Hur lång tid varar vanligtvis ett övningsscenario?
Hur är de ergonomiska arbetsställningarna i MTS?
Hur är de ergonomiska arbetsställningarna i den verkliga miljön?
I vilken utsträckning återges den autentiska miljön i MTS?
Vilka skillnader finns mellan MTS och den verkliga miljön?
Tror du att autenticiteten i MTS påverkar lärandet/rollinlevelsen? På vilket sätt?
Vad är, enligt dig, det viktigaste för blivande operatörer att lära sig?
Hur väl upplever du att översikten över operatörerna är under ett träningsscenario?
Hur väl observeras operatörernas kroppsspråk?
Vad var bra med tidigare uppbyggda MTS?
Upplevde du några brister i tidigare uppbyggda MTS? Om ja, vilka?
Från ditt perspektiv, vad är viktigt att tänka på vid utformningen av en ny MTS?
<b>Bildfråga (planritning av en tidigare uppbyggd MTS och principskiss)</b>
Vad har du för tankar kring dessa utformningar av MTS? Finns det några fördelar respektive nackdelar?
<b>Specifika frågor</b>
Hur upplevde du att kommunikationen mellan instruktör-operatör fungerade i MTS? (Sören Paulsson)
Hur bra översikt över de speglade operatörsskärmarna hade du under ett övningsscenario? (Sören Paulsson)
Hur ser den verkliga miljön i flygplan ut? (David Öhman)
Hur upplevde du att kommunikationen operatörerna emellan fungerade i MTS? (David Öhman)

Vad upplever du är mest stressande i en skarp situation? (David Öhman)

Hur påverkade ljud, ljus, buller och ventilation dig under ett skarpt uppdrag? (David Öhman)

Vad har du för tankar kring vidareutveckling av MTS med avseende på hårdvara? (Frida Williamsson)

Finns det några specifika krav kring hårdvaran i MTS (speglade operatörsskärmar, konsoler, stolar etcetera)? (Frida Williamsson)

Finns det möjlighet till inspelning (film och ljud) i nuvarande MTS? Hur ser möjligheten ut för att implementera detta i kommande versioner? (Frida Williamsson)

## Appendix D Intervjuformulär Chalmers

Nedan följer en tabell över de frågor som ställts. Samtliga frågor är av generell karaktär och har ställts till alla intervjupersoner.

Vad bör man tänka på när man utformar en simulator? Typ av lokal? Ljud, ljus, buller, vibration?
Hur kan miljön utformas för att det ska kännas mer verkligt för eleverna? Vad ger autenticitet?
Hur viktiga är fysiska attribut (med avseende på ergonomi) i simulatorer?
Hur viktiga är autentiska rörelseutrymmen? (Exempelvis liten båt jämfört med stor lektionssal).
Vad har användning av simulatorer för betydelse i utbildningen?
Vad har användning av simulatorer för betydelse i arbetslivet (verkliga tillämpningar)?
Märks det någon skillnad på eleverna i high fidelity jämfört med low fidelity-miljöer? Isåfall, vad för skillnad?
Vad är enligt dig det viktigaste att ha i åtanke i utvecklandet av en simulatormiljö?
Vad finns det för värde i att ha ett separat debriefingrum?

## Appendix E Funktionsanalys för MTS

NR	Funktion		Klass	Anmärkning (gränser)
	<i>Verb</i>	<i>Substantiv</i>	HF = Huvud Funktion D = Delfunktion Ö = Önskvärd funktion	<i>(fri text för att förtydliga)</i>
1.0	Huvudfunktioner			
1.1	<i>Möjliggöra</i>	<i>Besättningsträning Systemkunskap Träningsscenario</i>	HF	
1.2	<i>Medge</i>	<i>Instruktörsplatser</i>	HF	<i>4 (+2) platser</i>
1.3	<i>Medge</i>	<i>Operatörsplatser</i>	HF	<i>7 platser</i>
1.4	<i>Erbjuda</i>	<i>Plats för hårdvara</i>	N	<i>Teknisk hårdvara och utrustning.</i>
1.5	<i>Avskilja</i>	<i>Rum</i>	N	<i>Instruktörer och operatörer</i>
1.6	<i>Upptaga</i>	<i>Film/ljud</i>	N	<i>Spela in film/ljud (max 8h) för utvärdering av operatörer</i>
2.0	Ergonomi			
2.1	<i>Medge</i>	<i>Översikt</i>	N	<i>För instruktörer över operatörer</i>
2.2	<i>Erbjuda</i>	<i>Ergonomiska arbetspositioner</i>	Ö	<i>Så nära verkligheten som möjligt för operatörer.</i>  <i>Möjliggöra variation av sittande och stående arbetsställningar för instruktörer.</i>
2.3	<i>Medge</i>	<i>Autenticitet</i>	Ö	<i>Med avseende på hårdvara i operatörsrum och övrig miljö</i>
2.4	<i>Möjliggöra</i>	<i>Percentiler</i>	Ö	<i>Anpassa utrustning efter användarna och eventuellt klargöra en användarkravprofil</i>



2.5	<i>Minimera</i>	<i>Belastningsskador</i>	Ö	<i>För instruktörer och operatörer</i>
2.6	<i>Anpassa</i>	<i>Skärmar</i>	Ö	<i>Avvägt avstånd mellan skärmar och instruktörer för att medge god ergonomi</i>
2.7	<i>Anpassa</i>	<i>Golv</i>	Ö	<i>I operatörs- och instruktörsrum</i>
2.8	<i>Använda</i>	<i>Textilier</i>	Ö	<i>Dämpa eko</i>
2.9	<i>Medge</i>	<i>Ljud/ljus</i>	Ö	<i>Vid olika typer av scenarion</i>
2.10	<i>Använda</i>	<i>Färgsättning</i>	Ö	<i>Enligt Saab:s grafiska profil</i>
3.0	<b>Instruktörsrum</b>			
3.1	<i>Möjliggöra</i>	<i>Utökning av instruktörsplatser</i>	N	<i>För framtida förändringar</i>
3.2	<i>Avlyssna</i>	<i>Intercom</i>	N	<i>Lyssna på operatörers intercom</i>
3.3	<i>Erbjuda</i>	<i>Förvaring</i>	N	<i>Dokument och utbildningsmaterial</i>
3.4	<i>Rymma</i>	<i>Hårdvara och Interiör</i>	N	<i>Skärmar, tangentbord, datormus, ljudutrustning och röstsimulationskontroll</i>
3.5	<i>Erbjuda</i>	<i>Kontorsmiljö</i>	Ö	
3.6	<i>Underlätta</i>	<i>Intuitivitet</i>	Ö	<i>Medge tydlighet och överskådlighet avseende skärmar och övrig utrustning</i>
3.7	<i>Medge</i>	<i>Utrymme</i>	Ö	<i>Rörelseutrymme</i>
3.8	<i>Erbjuda</i>	<i>Dagsljusinsläpp</i>	Ö	<i>Implementering av fönster</i>
3.9	<i>Implementera</i>	<i>Glasvägg och/eller filminspelning</i>	Ö	<i>För instruktörer över operatörer</i>
4.0	<b>Operatörsrum</b>			
4.1	<i>Rymma</i>	<i>Hårdvara och Interiör</i>	N	<i>Skärmar, tangentbord, datormus, ljudutrustning, konsol</i>
4.2	<i>Erbjuda</i>	<i>Instruktörskontakt</i>	N	<i>Medge utrymme för instruktörer att undervisa operatörer</i>
4.3	<i>Erbjuda</i>	<i>Whiteboard</i>	Ö	<i>I operatörsrummet i undervisnings- och feedbackssyfte</i>

4.4	Medge	Autenticitet	Ö	<i>Flygplanskänsla och samma placering av konsoler som i verkligheten</i>
4.5	Medge	Förändring	Ö	<i>Mellan undervisnings- och tentamenssituationer m.a.p. ljud, ljus etcetera.</i>
5.0	Utrustningsrum			
5.1	Medge	Framtida uppdateringar	N	<i>Medge utbyte och underhåll av hårdvara</i>
5.2	Möjliggöra	Utbyte av komponenter	N	
5.3	Uppfylla	Hållbarhetskrav	N	<i>Ska kunna användas i uppemot 25 år</i>
5.4	Medge	ISO-standard	Ö	<i>Underlätta utbyte av hårdvara och komponenter och medge kompatibilitet</i>
6.0	Övrigt			
6.1	Erbjuda	Briefing/debriefing/pausutrymme	Ö	<i>Separat från övriga rum om möjligt</i>
6.2	Medge	Hållbara material	Ö	
6.3	Erbjuda	Visningsskärmar + projektorer	Ö	<i>I briefing/debriefingrum</i>

## Appendix F Den utökade frågemetoden

Nedan följer resultatet av den utökade frågemetoden, som använts för att identifiera och konkretisera olika typer av problem i MTS.

Vad?	Varför?	När?	Vilka?	Hur?
<b>Glasvägg mellan instruktörs- och operatörsrum</b>	Ger begränsad översikt för instruktörer över operatörer	Vid översikt av operatörer	Instruktörer	Alla operatörer är inte synliga i MTS nuvarande utformning eftersom de sitter på en rad och instruktörerna har en sidovy
<b>Instruktörsplatser</b>	Medger inte direkt kommunikation	Vid dialog och samtal	Instruktörer	Instruktörerna måste luta sig för att kommunicera med varandra när de sitter i L-formation
<b>Utrustningsrum</b>	Tekniker måste passera instruktörsrummet för att nå utrustningsrummet	Vid underhåll av teknisk hårdvara	Tekniker och instruktörer	Tekniker måste passera instruktörsrummet, vilket kan vara ett störande moment
<b>Utrymningsvägar</b>	Det finns för få utrymningsvägar. Detta uppfyller inte svenskt lagkrav kring utrymning	Vid händelse av brand eller annan utrymningssituation	Samtliga som vistas i MTS	Samtliga som vistas i MTS måste utrymma genom en och samma dörr
<b>Utrymningsdörr</b>	Utrymningsdörren uppfyller inte lagkravet om en utåtgående riktning i utrymningsriktningen	När personer i MTS ska utrymma lokalerna vid händelse av brand eller annan utrymningssituation	Samtliga som vistas i MTS	Den enda utrymningsdörr som finns i MTS är inåtgående

<b>Dokumentation</b>	Det finns ingen utrustning för filminspelning av operatörer	Vid debriefing och genomgång av operatörers förfaranden	Instruktörer och operatörer	Analys av film och ljud kan inte genomföras vid debriefing
<b>Instruktörernas kontorsmöbler</b>	Skrivborden går inte att höja och sänka, vilket inte medger varierade arbetsställningar	Vid arbete under lång tid	Instruktörer	Ger upphov till statisk belastning och monoton sittställning
<b>Briefingrum/Pauserumme</b>	Det finns inget separat rum avsett för briefing/paus i MTS	När vila, återhämtning eller längre genomgång krävs	Instruktörer och operatörer	Det finns inga separata utrymmen för pauser och debriefing hålls i instruktörs- och operatörsrum
<b>Fönster</b>	Det finns inga fönster i MTS	Vid behov av dagsljus eller utrymning	Instruktörer och operatörer	Medger inga alternativa utrymningsvägar och dagsljusinsläpp
<b>Intuitivt upplägg av speglade operatörsskärmar</b>	De speglade operatörsskärmarna kan inte, på ett intuitivt sätt, kopplas ihop med vilken operatör som respektive skärm avser	När instruktörerna ska följa operatörernas förfaranden från instruktörsrummet	Instruktörer	Det är inte ett intuitivt upplägg
<b>Färgsättning</b>	Det finns inga krav eller rekommendationer för färgsättning i MTS	Vid nydesign och vidareutveckling av MTS	De som utvecklar och designar MTS	Färgsättning behandlas inte och således finns ingen information kring om den uppfyller Saab Design Guidelines
<b>Antropometri och percentiler</b>	Det finns en begränsning i vilka som kan använda konsol och operatörsstol	När utrustningen används av personer i 50:e percentilen och nedåt	Operatörer	Interiören kan inte användas på ett ergonomiskt fullgott sätt

<b>“Design för alla”</b>	Utrustningen i MTS medger inte “design för alla” (mellan 5:e - 95:e percentilen)	När det finns en bred spridning av användare	Operatör	Det är en begränsande faktor i vem som kan utföra arbete i MTS
<b>High fidelity</b>	Dagens MTS är av kontorskaraktär	När operatörer tränar i en miljö som ska vara så lik verkligheten som möjligt	Operatör	Low fidelity kan orsaka negativ transfer och begränsa operatörernas rollinlevelse och inläring
<b>Åsiktsskiljaktigheter</b>	Olika personer som arbetar med MTS har gett olika fakta och information kring samma frågeställning	Detta utgör ett problem när ett nytt designkoncept ska framtas eftersom detta kräver entydig fakta och information	De som utvecklar och designar MTS	Det är svårt att avgöra vad som är korrekt information och vad som är antaganden eller egna reflektioner
<b>Brist på riktiga användare</b>	Användarstudie och utvärdering av föreslagna koncept blir svårt när tillgång till riktiga användare inte finns att tillgå	Vid utveckling, uttestning och utvärdering av ett nytt designkoncept och nya funktioner i MTS	De som utvecklar och designar MTS	Nya koncept kan inte valideras av riktiga användare

## Appendix G Beskrivning av operatörsstol och konsolmockup

### *Operatörsstol:*

Höj-sänkreglage  
Tiltning, sittyta  
Lutning framåt och bakåt  
Rotation 360 grader  
Reglage för stöd av ryggradskurvatur övre  
Reglage för stöd av ryggradskurvatur nedre  
Nackstöd i höjdlid  
Reglage för framåt- bakåtskjutning av stol  
Armstöd breddreglage  
Reglage för armstödsvinkel

### *Mått operatörsstol [mm]:*

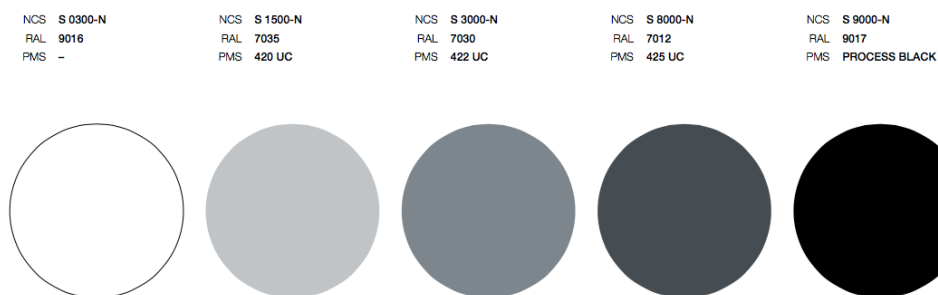
Sittdjup	430
Minhöjd	450
Maxhöjd	580
Armstöd längd	510
Armstöd - sittyta	170
Maxhöjd hela stolen	1325
Minhöjd hela stolen	1205
Sittyta bredd	460
Min ryggstöd	785
Max ryggstöd	850
Minsta bredd ryggstöd	400
Nackstöd	130
Djup nackstöd	55

### *Mått konsolmockup [mm]:*

Skrivbordsbredd	815 (endast skrivbordet)
Djup	395
Höjd	755
Avstånd konsol - skrivbordskant	580
Bredd skärmkonsol	920 (hela konsolen)
Höjd skärmkonsol	500
Djup (maxdjup) skärmkonsol	360
Höjd hela konsolen	1360

## Appendix H Saab Design Guidelines

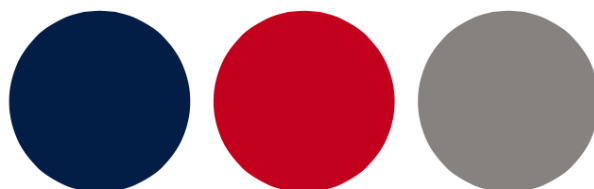
De baskulörer som utgör Saab:s grafiska profil är svart, vit och tre nyanser av grått och visas i figur H1. Dessa används för att förstärka Saabs: position som tekniskt företag och utgör fundamentet för all typ av interiördesign, vilket inkluderar färgsättning, textilier och möbler. Det som eftersträvas är skarpa kontraster och ett rent utseende (Saab, 2016).



*Figur H1 Baskulörer*

Accentkulörer i form av rött, blått och silver används för att framhäva särskilda föremål och användning av dessa sker med försiktighet, se figur H2.

NCS 6030-R70B RAL 5013 PMS 282	NCS 1080-R RAL 3020 PMS 200	NCS 2006-R70B RAL 9006 PMS 877
--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------



*Figur H2 Accentkulörer*

Val av material, detaljer och ytor ska vara av enkel, modern och okomplicerad art, se figur H3. Livfulla mönster, komplexa ytstrukturer, retrodesign samt koppar- och guldimitationer ska undvikas (Saab, 2016).



*Figur H3 Rekommenderade material och detaljer*

## Appendix I Dimensioner för designkonceptet

Nedan beskrivs dimensionerna för designkonceptet. Modellen är byggd i skala 1:24. Interiören är förslag som syftar till att visualisera en generell måttuppskattning på de produkter som ingår i designkonceptet.

*Briefingrum [m]:*

Rummets dimensioner är 10,8 \* 4,7.

*Operatörsrum [m]:*

Rummets dimensioner är 9,7 \* 3,4.

*Instruktörsrum [m]:*

Rummets dimensioner är 9,7 \* 4,3.

*Utrustningsrum [m]:*

Rummets dimensioner är 9,7 \* 2,9.