



CHALMERS



Ergonomisk design av fartygsbrygga

En analys med fokus på slutanvändaren

Examensarbete inom sjökaptensprogrammet

SIGGE CRONSIOE

JONAS EKSTRÖM

INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige, 2024

Ergonomisk design av fartygsbrygga

En analys med fokus på slutanvändaren

Examensarbete inom sjökaptensprogrammet

SIGGE CRONSIOE

JONAS EKSTRÖM

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Avdelningen för maritima studier

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige, 2024

Ergonomisk design av fartygsbrygga

En analys med fokus på slutanvändaren

SIGGE CRONSIOE

JONAS EKSTRÖM

© SIGGE CRONSIOE, 2024

© JONAS EKSTRÖM, 2024

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Omslag:

Fotografi av en kontrollpanel med knappar på en fartygsbrygga

<https://unsplash.com/>

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Chalmers tekniska högskola

Göteborg, Sverige 2024

FÖRORD

Detta examensarbete har skrivits på Chalmers tekniska högskola under institutionen för mekanik och maritima vetenskaper. Arbetet genomfördes mellan oktober 2023 och februari 2024. Arbetet omfattar 15 högskolepoäng och är det avslutande arbetet under den 4-åriga sjökaptensutbildningen. Studien har utförts tillsammans med Erik Thun AB med ritningsunderlag från deras nya E-klass av kusttankfartyg.

Vi vill uttrycka vår stora tacksamhet till alla som har bidragit till vårt projekt. Utan er insats hade detta inte varit möjligt.

Ett särskilt tack till:

Monica Lundh - Vår handledare som har stöttat oss och väglett oss genom hela processen. Ditt engagemang och din expertis har varit ovärderlig för oss.

Erik Thun AB - Tack för att ni har tillhandahållit viktiga data och varit behjälpliga på alla sätt.

Fokusgrupperna - Tack för att ni delat med er av era tankar och åsikter. Era bidrag har varit avgörande för vårt arbete

Karin Henning - Tack för att du stöttat vårt arbete och delat med dig av din tid och expertis.

Alla involverade i projektet - Vi är tacksamma för all hjälp och allt stöd vi har fått från er alla.

Vi är glada över att ha haft möjligheten att samarbeta med så många engagerade och kompetenta personer. Vi är stolta över vad vi har åstadkommit tillsammans med er.

Sigge Cronsioe och Jonas Ekström

Göteborg, februari 2024

Ergonomisk design av fartygsbrygga

En analys med fokus på slutanvändaren

SIGGE CRONSIOE

JONAS EKSTRÖM

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Chalmers tekniska högskola

SAMMANDRAG

Arbetsmiljön på fartyg är både fysiskt och psykiskt krävande. Trots teknikutveckling har ergonomi länge varit lågt prioriterad inom fartygsdesign, vilket påverkar hälsan och ökar risken för olyckor. Tidig integration av ergonomi i designprocessen kan skapa säkrare och effektivare arbetsmiljöer.

Denna studie är utförd på Chalmers tekniska högskola under institutionen för mekanik och maritima vetenskaper. Syftet med studien är att undersöka om ergonomiska designlösningar kan åtgärdas i slutskedet av designprocessen för nya fartyg. Vidare besvarar studien på hur ergonomi kan utvärderas utifrån allmänna- och 3D-ritningar samt hur man med hjälp av ergonomiska metoder fokuserat på slutanvändaren kan ta fram förslag på förbättringar.

Fokusgrupper analyserade bryggdesignen med hjälp av skalmodeller. Skalmodellerna hjälpte deltagarna att visualisera bryggan och reflektera över hur de arbetsuppgifter som utvärderades i studien skulle utföras. Fokusgruppernas arbete genererade nya designförslag där brygglayouten skapade bättre förutsättningar att samarbeta, utföra specifika uppgifter mer effektivt, minska dåliga rörelser och samla olika instrument som deltagarna ville kunna använda tillsammans.

Vid utformning av brygglayouter är det av stor vikt att involvera slutanvändaren i designprocessen. När slutanvändarna tar del av designprocessen minskar klyftan mellan tänkt och faktisk användning. Studien visar att enkla och kostnadseffektiva metoder för att integrera användarperspektiv vid bryggdesign möjliggör förbättrade brygglayouter både med hänsyn till effektivitet och säkerhet.

Arbetet är avgränsat till en fallstudie av en fartygsserie kusttankers med dödvikt under 8000 DWT. Bryggans arbetsstationer för navigation och lasthantering studerades. Arbetet fokuserar på användarcentrerad ergonomi. Andra ergonomiska eller arbetsmiljömässiga aspekter som kan påverka arbetsmiljön ombord, såsom ljud- och ljusmiljön, luftkvaliteten, vibrationer och temperaturförhållanden inkluderas inte i denna studie

Nyckelord: Fartyg, Fartygsbrygga, Ergonomi, Human Factors, Human Centered Design, Tankfartyg, Fokusgrupp, Skalmodell

Ergonomic Design of the Ship's Bridge

An Analysis with a Focus on Human Centered Design

SIGGE CRONSIOE

JONAS EKSTRÖM

Department of Mechanics and Maritime Sciences

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The working environment on ships is both physically and mentally demanding. Despite technological advancements, ergonomics has long been a low priority in ship design, impacting health and increasing the risk of accidents. Early integration of ergonomics into the design process can create safer and more efficient working environments.

This study was conducted at Chalmers University of Technology within the Department of Mechanics and Maritime Sciences. The aim of the study is to investigate whether ergonomic design solutions can be addressed in the final stages of the design process for new ships. The study also addresses how ergonomics can be evaluated based on 3D and general drawings, and how ergonomic methods focused on end-users can propose improvements.

Focus groups analyzed the bridge design using scale models. The scale models helped participants visualize the bridge and reflect on how the tasks evaluated in the study would be performed. The work of the focus groups generated new design proposals where the bridge layout created better conditions for collaboration, more efficient task performance, reduced awkward movements, and the integration of various instruments that participants wanted to use together.

When designing bridge layouts, it is crucial to involve end-users in the design process. When end-users are part of the design process, the gap between intended and actual usage decreases. The study shows that simple and cost-effective methods to integrate user perspectives in bridge design enable improved bridge layouts in terms of both efficiency and safety.

The scope of the work is limited to a case study of a series of coastal tankers with a deadweight tonnage under 8000 DWT. The bridge workstations for navigation and cargo handling were studied. The work focuses on user-centered ergonomics. Other ergonomic or occupational health aspects that may affect the onboard working environment, such as sound and light conditions, air quality, vibrations, and temperature, are not included in this study.

The report is written in Swedish.

Keywords: Ship, Ship's Bridge, Ergonomics, Human Factors, Human Centered Design, Tanker Ship, Focus Group, Scale Model

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord	i
Sammandrag	ii
Abstract	iii
Figurförteckning	vi
Tabellförteckning	vii
Förkortningar och begrepp	viii
1. Inledning	1
1.1. Bakgrund	2
1.2. Syfte	2
1.3. Frågeställning	2
1.4. Avgränsningar	2
2. Teori	4
2.1. Arbetsuppgifter och arbetsstationer ombord på bryggan	5
2.2. Ergonomi och Human Factors	5
2.3. Antropometri	6
2.4. Ergonomi inom andra branscher	7
2.5. Human Centered Design	8
2.6. “Work as imagined” och “Work as done”	10
2.7. Situation awareness	10
2.8. Skalmodeller	11
2.9. Uppgifts- och Länkanalys	12
3. Metod	13
3.1. Fallstudie för bryggutformning	13
3.2. Samtal med fartygsbefäl ombord på tidigare iteration av bryggutförande	13
3.3. Skalmodeller för visualisering och länkanalys	13
3.4. Fokusgrupper och uppdatering av bryggutformning	15
3.4.1. Val av scenarier	15
3.4.2. Urval av fokusgrupper	15
3.4.3. Genomförande av brygganalys med fokusgrupper	17
3.4.4. Dokumentation av fokusgrupper	18
3.5. Analys	18

3.6. Etiska överväganden	18
4. Resultat.....	19
4.1. Scenario 1 Kursändring vid waypoint.....	19
4.1.1. Genomförande av arbetsuppgift	19
4.1.2. Faktorer som försvårar uppgiften.....	20
4.1.3. Förslag på ändringar i brygglayouten.....	21
4.2. Scenario 2 OOW vid lotsning, maskinlarm, maskinrumskommunikation och fartändring	23
4.2.1. Genomförande av arbetsuppgift	23
4.2.3. Förslag på ändringar i brygglayouten.....	24
4.3. Scenario 3 Ergonomi vid lasthanteringsstationen, CCR.....	27
4.3.1. Rörelsemönster och arbetet i CCR.....	28
4.3.2. Förslag på ändringar vid lasthanteringsstationen, CCR.....	28
4.4. Resultatsammanställning	32
5. Diskussion.....	34
5.1. Studiens betydelser	34
5.2. Resultatdiskussion.....	34
5.3. Metoddiskussion	36
6. Slutsatser	38
6.1. Rekommendationer till fortsatt arbete.....	38
Källförteckning	39

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1	Olyckor efter orsak, data sammanställt från Transportstyrelsen (2023)	4
Figur 2	Illustration baserad på ISO (2019) av hur de olika HCD-faserna ömsesidigt verkar genom designprocessen	9
Figur 3	Skalmodell av navigationsplatsen och CCR.	14
Figur 4	Instrumentens placering vid navigationskonsolen. GC – Gyro Compass, RI – Rudder Indicator, MC – Magnetic Compass, LG – Speed log, EM – Energy Monitor (display för maskin och bränsleförbrukning)	14
Figur 5	Översiktlig layout över bryggdäck.	14
Figur 6	Förflyttningar som deltagarna utför för att skapa situation awareness inför en gir.	20
Figur 7	3D-ritning av mittkonsolen, bilden visar sikten från navplatsen (till babord) riktat mot radar och ECDIS skärmar vid co-navplatsen (till styrbord).....	21
Figur 8	Förslag av grupp 1 vid första scenariot. Styrbord VHF flyttad till mittkonsolen, Conning tillagt, den vinklade panelen flyttad längst till styrbord.	22
Figur 9	Förslag som av grupp 3 vid första scenariot. Utdragbar bänkskiva med loggbok längst till babord, Conning placerad ovanför ventilen i centerlinjen, GPS är flyttad till skrivbordet längst till styrbord.	23
Figur 10	Förslag av grupp 1 vid andra scenariot. Maskintelegrafan är nerflyttad, VHF:erna är samlade i mittkonsolen och en conning är tillagd. En vinklad panel är tillagd längst till styrbord där GPS och reglage för vindrutetorkare är placerad.....	25
Figur 11	Förslag av grupp 2 vid andra scenariot. En vinklad konsol till babord är tillagd för övriga instrument. Maskintelegrafan är nedflyttad samt bogpropellerkontrollen är flyttad till mittkonsolen. Ett reglage för handstyrning har lagts till i mittkonsolen.	26
Figur 12	Förslag av grupp 3 vid andra scenariot. En conning display är placerad ovanför ventilen i centerlinjen. Displayen för maskin och bränsleförbrukning är placerad med maskintelegrafan. VHF:erna är samlade i mittkonsolen och GPS:en är flyttad längst till styrbord.....	27
Figur 13	Förslag av grupp 1 vid tredje scenariot. 95% och 98% larmen är placerade överst på panelen till höger om skrivaren, Lastskärmen placerad direkt under, BWTS är placerad överst till höger och ballastskärmen placerad direkt under.	29
Figur 14	Förslag 1 av grupp 2 vid tredje scenariot. 95% och 98% larmen är placerade överst och längst förut på konsolen. Den aktra konsolen är vinklad åt styrbord.	30
Figur 15	Förslag 2 av grupp 2 vid tredje scenariot. 95% och 98% larmen är placerade högst upp ovanför lastskärmen och den aktra konsolen har roterats och placerats till babord.....	31
Figur 16	Förslag av grupp 3 vid tredje scenariot. Konsolerna är roterade medurs i CCR... ..	32

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1	Demografisk fördelning hos fokusgruppernas deltagare	16
----------	--	----

FÖRKORTNINGAR OCH BEGREPP

ARPA	Automatic Radar Plotting Aid – Funktion för automatisk spårning av objekt i radar.
BRM	Bridge Resource Management – Ett arbetssätt för effektivt brygg- arbete.
BWTS	Ballast Water Treatment System – Ballastreningsystem
CCR	Cargo Control Room – Platsen där lastoperationer utförs.
Conning	En skärm som visar en samlad bild över olika fartygsparametrar.
ECDIS	Electronic Chart and Display Information System – Ett instrument på ett fartyg som visar elektroniska sjökort och fartygsparametrar.
GA-ritningar	General Arrangement ritningar – Planritningar som visar en över- blick av en konstruktion.
GMDSS	Global Maritime Distress and Safety System
HCD	Human Centered Design – Ett tillvägagångsätt i designprocessen som involverar slutanvändaren.
Human Factors	Ett forskningsområde med fokus på människans interaktion med teknik, system och miljöer.
IMO	International Maritime Organization – FN organ för sjöfart.
Monitorera	Övervaka, Uppmärksamma
OOW	Officer of the Watch – Vakthavande styrman
Operation	Arbete, Procedur, Handling - Arbetsuppgift ombord på fartyg, de arbeten som utförs på fartyg och det arbete som utförs av organisa- tionen.
RADAR	Radio Detection and Ranging
SOLAS	Safety of Life at Sea – Internationellt regelverk för yrkestrafik.
VHF	Very High Frequency – Radioapparat som används till kommunika- tion mellan fartyg.
Waypoint	En referenspunkt till verkligheten där det i planeringen skall ske en kursändring.

1. INLEDNING

Fartyg har en arbetsmiljö som är både fysiskt och psykiskt krävande. Sjömän utsätts dagligen för fysiska påfrestningar som buller, värme, vibrationer, rörelser men även psykiska påfrestningar som social isolering, långa arbetspass och obekväma arbetstider. Dessa påfrestningar riskerar att leda till negativa effekter på sjömännens hälsa. Det är visat att många lider av utmattning, sömnsvårigheter och stress (European Union, 2012).

Sjöfarten har alltid präglats av teknikutveckling. Teknikutveckling, förändrade regelverk och målsättningen att effektivisera påverkar därför nya fartygsserier. Det är vanligt att ny teknik integreras i redan existerande system vilket kan resultera i visuell överbelastning för användaren (Conceição m.fl., 2018). Samtidigt strävar branschen efter att höja säkerheten ombord till att bli mer person- och miljösäker. För att undvika överbelastning vid integrering av ny teknik finns det ett behov av att göra anpassningar för slutanvändaren (Conceição m.fl., 2018; Costa, 2018). Frågor kring ergonomi eller att aktivt arbeta för förbättringar av den fysiska arbetsmiljön ombord på fartyg har däremot haft en lägre prioritet i fartygsutvecklingen (Costa, 2018; Mallam, 2016). Det är snarare ett undantag att frågor kring ergonomi ingår under det initiala arbetet när nya fartyg utvecklas och ritas. Studier visar att brister i den ergonomiska designen gör att besättningen behöver anpassa sitt arbetssätt, vilket kan leda till ett ökat risktagande och försämrade arbetsförhållanden (Costa, 2018; Forsell m.fl., 2007). Att tidigt implementera ergonomiska faktorer i planeringen av fartygets utformning skulle kunna leda till säkrare och effektivare arbetsmiljöer (Mallam, 2016).

Fartygsutformning baserad på besättningsorienterad design kan minska olyckor som har sitt ursprung i den mänskliga faktorn. Fallanalyser har visat på att två tredjedelar av de olyckor som orsakats av den mänskliga faktorn ombord på fartyg kan kopplas till interaktionen mellan användaren och systemen på bryggan (van de Merwe m.fl., 2016). Att använda sig av ergonomiska och användarcentrerade element i designen av nya fartyg och ombyggnationer har även visat sig förbättra besättningens effektivitet och arbetsmiljö (Mallam, 2016; Österman, 2013).

I branscher där man redan har en mer genomtänkt design och dessutom redan vid utvecklingen tagit hänsyn till ergonomi, hälsa och välmående, kan man se en ökad effektivitet och hur det minskat riskerna för skador (Brännmark m.fl., 2012). Det är först på senare år som man uppmärksammat fördelarna med att implementera ergonomi som en faktor vid utformningen av nya fartyg (Mallam, 2016).

Det finns riktlinjer från *International Maritime Organisation* (IMO) för hur utformningen av fartygsbryggor ska göras, men det enda tvingade regelverket finns i *Safety Of Life At Sea* (SOLAS). I kapitel V regel 15 i SOLAS framgår det att bryggdesignen ska stödja samarbete och kommunikation. I regeln föreskrivs detta genom att designen ska främja en effektiv *Bridge Resource Management* (BRM). Vidare föreskriver regelverket att designen ska minska antalet onödiga arbetsuppgifter, minimera risken för mänskliga fel, och störande moment vilket kan leda till utmattning (IMO, 1974). De riktlinjer som återfinns i IMO:s MSC Circ. 982 specificerar ingående i bryggdesignen om placering och utformning av instrumenten vid monitöring, manövrering och navigeringsstationen. Riktlinjerna är inte heltäckande för all bryggutrustning och inte heller tvingande (IMO, 2000).

En viktig faktor när man ergonomianpassar utformningen av ett fartyg är i vilket designskede ergonomin bör analyseras (Gale, 2003), för att kunna ge bäst effekter när ett fartyg konstrueras. Det är både tidsmässigt och mer kostnadseffektivt att göra Anpassningar i ett tidigt skede (Hendrick, 2003). Det går dock att uppnå bra resultat kring ergonomin även under slutskedet av fartygets utformning genom att utgå från ritningsunderlag (Mallam, 2016). Detta ger ökad möjlighet och flexibilitet i arbetet för att förbättra arbetsstationerna.

1.1. Bakgrund

Erik Thun har efterfrågat institutionen för mekanik och maritima vetenskaper, Chalmers tekniska högskola, om en studie där ergonomin på åtta nya fartyg analyserades. Fartygen har en planerad leverans med start från och med oktober 2024 och analysen genomfördes under designprocessens slutskede. Beställningen består av fyra kusttankers med en dödvikt på 7999 ton och fyra mångfunktionella tankfartyg med en dödvikt på 5100 ton. Dessa fartyg är en del av företagets förnyelse av sin flotta (Erik Thun Group, 2023).

1.2. Syfte

Syftet med detta arbete är att, utifrån ritningsunderlag i form av *General Arrangement* (GA-) och 3D-ritningar, undersöka hur olika ergonomiska aspekter på fartygsbryggor kan utvärderas och förbättras inför nybyggnation. Målsättningen är att tillämpa vedertagna ergonomiska metoder för utvärdering av en fartygsbryggas design och föreslå förbättringar utifrån slutanvändarens perspektiv, som kan implementeras innan fartyget börjar byggas.

1.3. Frågeställning

Frågorna som behandlas i detta arbete är:

- Hur kan GA och 3D-ritningar användas för att utvärdera ergonomin på fartygsbryggan?
- Hur kan fartygsbryggor analyseras utifrån ergonomiska metoder med fokus på slutanvändaren inför byggnationsstart?
- Vilka typer av förbättringar kan erhållas för brygglayouten med enkla ergonomiska metoder?

1.4. Avgränsningar

Arbetet har avgränsats utifrån följande:

- Mindre handelsfartyg inom bulk- och tanksegmentet med en designad dödvikt på under 8 000 DWT
- Fartygsbryggan, specificerat till det utrymme därifrån fartyget navigeras
- GA- och 3D ritningar från Thunbolagens planerade fartygsbyggen
- Fartygsbryggans fysiska utformning

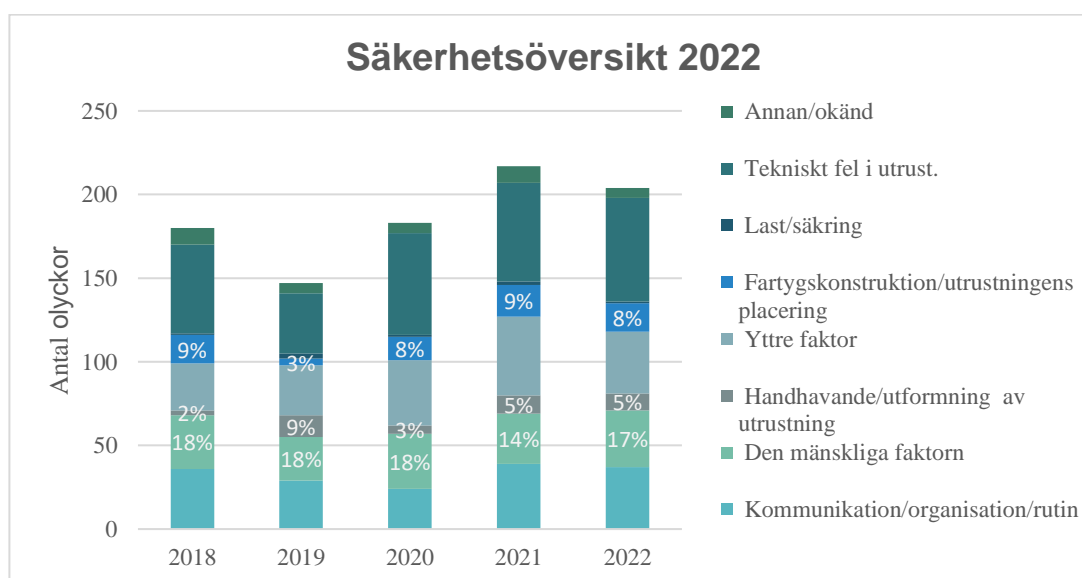
- De delar som studeras har avgränsats till bryggans navigationskonsol och lasthanteringsstation, *Cargo Control Room* (CCR)

Arbetet har inte undersökt några andra ergonomiska eller arbetsmiljömässiga aspekter som kan påverka arbetsmiljön ombord såsom ljud- och ljusmiljön, luftkvalitén, vibrationer eller temperaturförhållanden.

2. TEORI

Under lång tid har sjöfarten präglats av ny teknik och nya tekniska lösningar, vilket förändrat sjömannens arbete. Sjömannens arbetsuppgifter skiljer sig idag mycket från hur det såg ut historiskt. Arbetet som tidigare var inriktat på utförande och övervakning har gradvis automatiserats genom bland annat användning av autopilot och radar med automatisk spårning, *Automatic Radar Plotting Aid (ARPA)*, (Conceição m.fl., 2018). Ytterligare funktioner håller på att implementeras för att utveckla arbetet, till exempel beslutstöd vid trafiksituationer (Aylward m.fl., 2020). Den tekniska utvecklingen av navigationsutrustning har också förändrat hur arbetet utförs ombord. Arbetet går numera huvudsakligen ut på planering och monitorering. För navigatören har den tekniska utvecklingen inneburit att navigatören behöver kunna hantera en ökad mängd data i sitt arbete. De nuvarande navigationsinstrumenten har en mängd olika funktioner, vilket kan leda till visuellt komplexa gränssnitt för användaren. Då nya innovativa funktioner i vissa fall implementeras i redan avancerade instrument, kan det förstärka komplexiteten (Conceição m.fl., 2018). Nya innovationer kan också leda till en överskattning av teknikens förmåga, i den grad att risker förbises (Schröder-Hinrichs m.fl., 2012).

Forskning har visat på samband mellan bristande kunskap om ny teknik och ökade risker kring Human Factors (Celik & Cebi, 2009). Vidare har forskning visat på en ökning av kopplingen mellan sjöolyckor och Human Factors (Luo & Shin, 2019). Enligt Transportstyrelsens (2023) säkerhetsöversikt berodde cirka 29% av alla incidenter till sjöss inom yrkessjöfarten i Sverige mellan 2018–2022 på: den mänskliga faktorn, handhavande/utformning av utrustning samt fartygskonstruktion/utrustningens placering, se Figur 1. Orsaken till detta beror ofta på skillnaden mellan teknikens avsedda användning och slutanvändarens faktiska tillämpning (Schröder-Hinrichs m.fl., 2012). Vidare bidrar en sämre design till att användaren måste skapa lösningar till problem som kunde ha förhindrats av en bättre utformning (Dekker, 2006). Dessutom riskerar sådana problem att skapa barriärer i sjömannens arbete. När fokus riktas på hur tekniken rent praktiskt ska användas i stället för att använda tekniken för att lösa arbetsuppgiften kan det leda till en ökad arbetsbelastning (Lützhöft, 2004).



Figur 1 Olyckor efter orsak, data sammanställt från Transportstyrelsen (2023)

2.1. Arbetsuppgifter och arbetsstationer ombord på bryggan

Bryggan på ett fartyg utgör den centrala platsen för styrning, manövrering och operation. Utrymmet innefattar alla instrument och arbetsstationer som är nödvändiga för det specifika fartyget. Arbetsuppgifterna på bryggan varierar beroende på fartygets verksamhet och vakt-havande styrman, *Officer of the Watch* (OOW), hanterar och är ansvarig för de flesta driftrelaterade uppgifterna (IMO, 1978).

Arbetet på bryggan är komplext och IMO (2010a) har detaljerat delat in arbetet i olika arbetsstationer. Den primära arbetsstationen är navigations- och manövreringsstationen. Vid arbetsstationen utförs bland annat arbetsuppgifter såsom antikollision, ruttmonitorering och manövrering. Vid navigations- och manövreringsstationen övervakas och kontrolleras även olika parametrar som visar fartygets position, vattendjup och sjökortsinformation. Vidare utförs även övervakning av olika parameter vilka visar kurs, hastighet, rodervinkel, gir-hastighet, framdrift och vindförhållanden. Dessutom innefattar arbetsstationen intern och extern kommunikation, hantering av larm, manövrering inklusive autopilot och manuell styrning, samt operation av navigationsljus och ljud- och ljussignaler. På bryggvingarna finns det ytterligare stationer för manövrering, med kommunikation och förenklad övervakning av olika parametrar.

Bryggan inrymmer även arbetsstationer för dokumentation, elektronisk planering samt loggning av fartygets framdrift och kommunikation. En specifik station finns för kommunikation där all radio- och satellitutrustning återfinns, *Global Maritime Distress and Safety System* (GMDSS).

Ytterligare arbetsuppgifter på bryggan inkluderar kontroll av säkerhetsrelaterade system såsom vattentäta dörrar, nödstopp, brandsystem och larm, ballastvatten och stabilitetsdatorer (IMO, 2010a).

På vissa fartyg kräver operationen särskilda arbetsstationer på bryggan. Det gäller till exempel på tank- och bulkbåtar där lastning och lossning kan kräva en överblick över väderdäck, vilket resulterar i att fartygets lastningskontrollstation, *Cargo Control Room* (CCR), i vissa fall placeras på bryggan. CCR omfattar det specifika fartygets alla uppgifter om last- och ballasthantering såsom observation av tanknivåer, pumpar, ventiler, larm, värmesystem och tankrengörings-system (IMO, 2010b). Även andra fartyg som arbetsbåtar kan ha arbetsstationer på bryggan för bland annat kran- och vinschoperationer.

Fler personer än OOW kan befinna sig på bryggan för att utföra arbetsuppgifter som utkik och planering. Detta innebär i att vissa bryggor även har en kontorsplats för kaptenen eller andra i besättningen.

2.2. Ergonomi och Human Factors

Ergonomi är det forskningsområdet som fokuserar på att systematiskt analysera och optimera interaktionen mellan människan, arbetsmiljö och omgivning (IEA, u.å.). Ergonomi används för att utforma arbetsplatser, produkter och system för att minimera risker, skador samt förbättra arbetsställningar, rörelsemönster och effektivitet. Dessa områden sträcker sig över flera discipliner, inklusive psykologi, ingenjörsvetenskap och medicin, och deras mål är att förstå och optimera samspel mellan människor och deras omgivning. Historiskt sett var området

uppdelat i flera ämnen som anatomi, antropometri, psykologi, design och arkitektur. Det var först under den första hälften av 1900-talets som ergonomi fick uppmärksamhet i samhället. Ergonomins största inriktning var då den fysiska utformningen av produkter och miljöer. Dessa aspekter förblir centrala i den bredare kontexten av ergonomi, som definierades av Wilson (2000) till tillämpad ergonomi och grundläggande ergonomi. Ergonomin bör utgå från den mänskliga interaktionen mellan individer, produkter och deras omgivning för att kunna designa mer avancerade, mångsidiga system (Wilson, 2000).

En viktig aspekt av ergonomi är att integrera användarens feedback och observationer för att utveckla användarvänliga och bättre fungerande arbetsplatser. Detta kan innefatta utformning av användargränssnitt i programvaror och anpassning av arbetsstationer för att passa olika kroppstyper, förmågor och behov. Genom att tillämpa ergonomins användning inom verksamheten uppnås en rad fördelar. Ergonomiska metoder kan även öka produktiviteten och därigenom generera ökade ekonomiska vinster för verksamheten (Brännmark m.fl., 2012).

Human Factors är ett forskningsområde som innefattar en bredare syn på hur människan interagerar med teknik, system och miljöer. Det omfattar psykologiska, sociala och organisatoriska aspekter av människors prestation och välbefinnande (Karwowski, 2005). Inom Human Factors inkluderas studier av mänsklig perception, minne, beslutsfattande och samarbete. Man undersöker även hur arbetsflöden påverkar människors prestation och välbefinnande. Genom att applicera principer från Human Factors kan man skapa användarcentrerade designlösningar som minskar risken för mänskliga fel, ökar produktiviteten, säkerheten och förbättrar komforten (Wickens m.fl., 1998).

Sammanfattningsvis fokuserar Human Factors på människors beteende och prestation i interaktion med system, medan ergonomi särskilt riktar sig mot utformningen av arbetsplatser och produkter för att anpassa dem till människors fysiologiska behov. Det är viktigt att notera att skillnaderna mellan dessa termer inte alltid är strikta, och de används ibland synonymt beroende på sammanhanget och regionen (Licht m.fl., 1989).

2.3. Antropometri

Antropometri, som en vetenskaplig disciplin, riktar sitt fokus mot mätning och analys av mänskliga kroppsmått och dimensioner. Dess historia sträcker sig långt tillbaka, och dess samtida tillämpningar omfattar en bred skala av områden, från ergonomi till medicin och idrottsvetenskap. Denna mångfacetterade disciplin utgör en nyckelkomponent för att förstå och anpassa sig till den ständigt varierande naturen hos människokroppar (Pheasant, 2003).

Antropometri utgör en kritisk komponent inom ergonomin och möjliggör skapandet av användarvänliga och anpassningsbara miljöer och produkter (Pheasant, 2003). Genom att förstå den komplexa variationen i mänskliga kroppsdimensioner möjliggör antropometrin en inkluderande och hälsosam design, vilket gynnar användare inom olika sammanhang och branscher. Dess tillämpning sträcker sig inte bara till arbetsplatser utan även till områden som kläddesign, medicin och idrottsvetenskap. Inom dessa områden är kunskapen om mänskliga kroppsmått avgörande för att skapa produkter och tjänster som passar olika individuella behov och förutsättningar (Hanson m.fl., 2009). Sammantaget är antropometri en oundgänglig vetenskap som

berikar vår förståelse av människokroppens variation och möjliggör innovativ och hälsosam design inom olika områden av samhället.

Inom ergonomi, där målet är att skapa arbetsplatser och produkter som är både effektiva och bekväma för användare, spelar antropometriska mätningar en central roll (Susihono m.fl., 2021). Inom antropometri omfattar mätningarna en mängd olika fysiska egenskaper, såsom längd, vikt, omkrets och bredd. Det kan vara enkla mätningar av höjd eller mer detaljerade analyser av olika kroppssegment. Standardiserade tekniker och verktyg används för att erhålla tillförlitliga och jämförbara data, vilket i sin tur utgör en grund för forskning och tillämpning inom en rad områden (Hanson m.fl., 2009).

Genom att anpassa designen av möbler, bilsäten och arbetsredskap efter genomsnittliga antropometriska mått, kan man minimera risken för obehag och skador relaterade till arbetsmiljön (Cook & Kothiyal, 1998). Detta sträcker sig även till utformningen av datorarbetsstationer och andra teknologiska gränssnitt för att säkerställa att de är användarvänliga och hälsosamma.

Inom arbetsmiljödesign är antropometriska data oundgängliga för att skapa bekväma och hälsosamma arbetsplatser. Stolar, skrivbord och tangentbord anpassas med hänsyn till genomsnittliga kroppsdimensioner för att minska fysisk ansträngning och förebygga skador (Ferguson & Duncan, 1974). Denna tillämpning av antropometri har direkta fördelar för användarnas hälsa och välbefinnande och bidrar till att skapa en arbetsmiljö där människor kan trivas och vara produktiva.

Ingen människa är den andra lik och detta kan skapa problem när man designar och utformar produkter för målgrupper som består av flera nationaliteter. Inom sjöfarten finns det en stor variation på nationaliteter. Studier på danska fartyg har visat att upp till 53% av sjömän har en nationalitet tillhörande ett land utanför Europa (Herttua m.fl., 2021). Designen av utrymmen och föremål ombord är därmed ofta anpassad till endast en specifik del av besättningen. Om utrymmen och föremål inte är designade utifrån hela målgruppens antropometriska variation kan det leda till ergonomiska besvär och kan i värsta fall även utgöra säkerhetsrisker. Studier har visat att kapaciteten i livbåtar beräknas på kroppsstorlekar som inte nödvändigtvis representerar den verkliga målgruppen. Antalet personer som ryms i en livbåt beräknas utifrån höftmättet hos en person på 75kg, vilket enligt demografiska studier i Kanada underskattar måttet på den genomsnittliga kroppsvikten hos sjömän (Kozey m.fl., 2009).

2.4. Ergonomi inom andra branscher

I och med att industrin blev alltmer tekniskt avancerad och digitaliserades under mitten av 1900-talet så ökade även behovet av specialanpassade kontrollrum. När kraftverk och kärnkraftstekniken utvecklades, insågs snabbt vikten att skapa en helhetsomfattande överblick över de mer komplexa systemen. Detta främst för att säkerställa driftens säkerhet och effektivitet. Ursprungligen formades arbetsstationerna i dessa kontrollrum främst av analoga mätare, reglage och dess storlek, vilket resulterade i skapande av den karakteristiska konsolen som är förknippad med kontrollrum. De stora konsolerna var nödvändiga för att rymma de omfattande komponenterna (Boring m.fl., 2014).

I takt med att datorerna blev mer avancerade och minskade i storlek ersattes den tidigare analoga utrustning med digitala instrument, vilket krävde mindre kabeldragningar. Det resulterade

i att utrymmena i konsolerna gradvis blev mer och mer utnyttjat. De ursprungliga konsolernas relativt dåligt ergonomiska utformning, med vinklade arbetsytor för reglage, blev alltmer olämplig när tekniken och arbetsprocesserna utvecklades. Samtidigt som arbetet förändrades ökade även medvetenhet av ergonomiska faktorer, vilket resulterade till insikten att en omformning av miljön var nödvändig (Realyvásquez-Vargas m.fl., 2020; Skřehot m.fl., 2016; Wilson, 2000).

När det gäller kontrollrummens arbetsmiljö i landbaserade verksamheter, har en förändring av den ergonomiska utformningen skett succesivt, från att tidigare dominerats av konsoler till att gå till en miljö som mer liknar ett kontor. Kontrollrummen har således utvecklats till en digital arbetsplats med skrivbord och vanliga datorer (Skřehot m.fl., 2016). På arbetsplatser som huvudsakligen består av en kontorsmiljö har ergonomi länge varit en högt prioriterad faktor för att skapa en arbetsplats som främjar de anställdas välbefinnande (CAP, 2016; Klitzman & Stelman, 1989). Genom åren har betydande insatser gjorts för att optimera sittställningen vid arbetsstationen, utformningen av stolar, skrivbord och skärmar (Robertson m.fl., 2009, 2013). Detaljerna i arbetsmiljön är noggrant anpassade för att skapa en förbättrad upplevelse för de anställda och i allt högre grad arbetsstationerna utrustats med justeringsmöjligheter för att kunna anpassas till olika individer.

Stort fokus har legat på skrivbordsplatsens utformning, vilket har starka samband till antropometriska mått. Detaljrika riktlinjer har etablerats för att skapa en ideal arbetsplats för kontorsarbetare. Måtten kan ge detaljerade beskrivningar för hur arbetsplatsen skall utformas för att minska muskulära skador (Robertson m.fl., 2013). De antropometriska måtten som har betydelse för utformningen är bland annat knähöjden, lårets längd, fotlängden, armlängden men också ögonhöjden. Genom att utgå från antropometriska mått har riktlinjer fastställts för att optimera bland annat benutrymme och skrivbordshöjd (CAP, 2016; Stanton m.fl., 2009). Genom att utgå från dessa riktlinjer har USA:s regering genom ett projekt fastställt att en optimal arbetsplats bör ha ett benutrymme med ett djup mellan cirka 48 cm till 76 cm och en skrivbordshöjd mellan ungefär 63 cm till 86 cm för en bekväm sittande position (CAP, 2016). En arbetsyta inom bekvämt räckhåll har också definierats till ett maximalt djup på 50 cm (Pheasant, 2003). Det beskrivs även avståndet till skärmen, dess höjd samt avståndet till tangentbordet och andra föremål som används för att utföra arbetsuppgifter (CAP, 2016; Realyvásquez-Vargas m.fl., 2020; Stanton m.fl., 2009).

För ytterligare optimering av en kontorsarbetsstation finns även ergonomiskt anpassade tangentbord, datormöss och armstöd som är anpassningsbara för att passa användaren (Ferguson & Duncan, 1974).

2.5. Human Centered Design

Human Centered Design (HCD) är ett tillvägagångssätt i designprocessen som är centrerat kring slutanvändaren. De lösningar som tas fram skall prioritera användarens behov, förutsättningar och begränsningar. Syftet är att skapa ett system med det mänskliga perspektivet i fokus som harmoniserar med användaren (ISO, 2019).

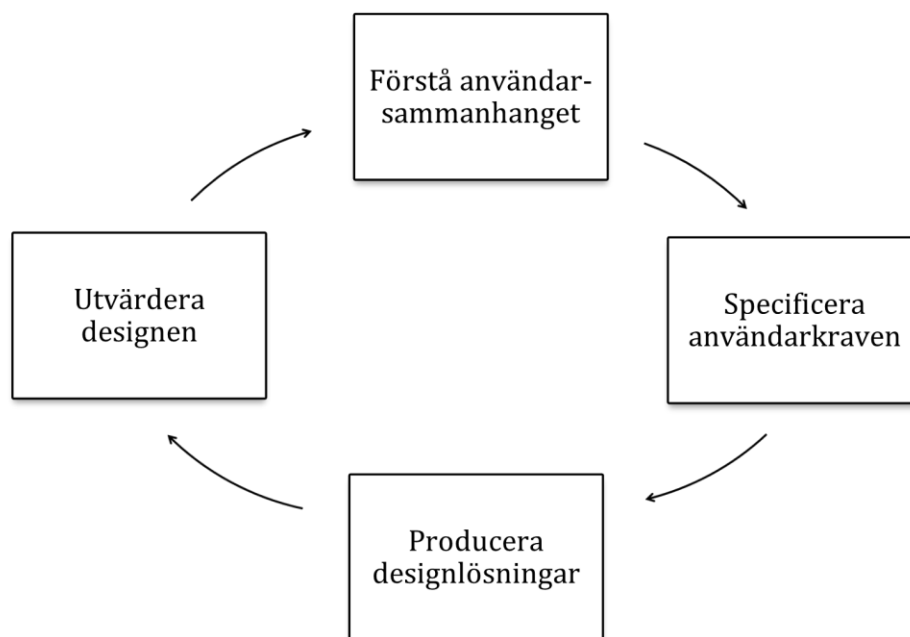
Processen för *human centered design* innefattar vanligtvis fyra faser: förstå användarsammanhanget, specificera kraven, producera designlösningar och utvärdera designen gentemot kraven (ISO, 2019).

Under den första fasen fördjupar sig designern i användarnas värld för att få en förståelse för deras behov och de utmaningar användaren står inför. Detta innefattar ofta intervjuer, observationer och insamling av olika perspektiv som sätter användaren i ett sammanhang till designen.

I den andra fasen ligger fokus på att specificera användarkraven, det vill säga användarens behov och krav ska identifieras vilket även kan innefatta organisatoriska ändringar och ändrade arbetssätt.

I tredje fasen om att producera designlösningar samlas informationen in som tagits fram genom interaktionen med slutanvändaren och designern implementerar den designprocessen. Detta innebär att designern identifierar förslag till lösningar för de krav och funktioner som finns i designen.

Slutligen implementeras dessa förslagen i den fjärde fasen, det vill säga den produktdesignen, där lösningar inkorporeras, utvärderas och åtgärdas. En effektiv *human centered design*-process är iterativ där användaren involveras genom återkoppling på designförslag och där faserna växlarverkar, se Figur 2 (ISO, 2019).



Figur 2 Illustration baserad på ISO (2019) av hur de olika HCD-faserna ömsesidigt verkar genom designprocessen

Att centrera designprocessen kring slutanvändaren innebär en mängd fördelar. Genom att designern fördjupar sig i slutanvändarens perspektiv skapas en miljö som är anpassad för de specifika behoven. Det etablerar en balans mellan ägare, arbetsgivare eller utvecklare med

slutanvändaren. Detta resulterar i en förbättrad upplevelse och kan betraktas som en framgångsfaktor för att involvera användaren. En kontinuerlig involvering av användaren gör dem till en integrerad del av resultatet. Genom denna metod skapas även möjligheten att uppmärksamma delar av designen som inte enbart är tekniska eller direkt mätbara, men som påverkar användarupplevelsen av produkten som utvecklas (ISO, 2019).

2.6. “Work as imagined” och “Work as done”

Arbete är ofta komplext, rörligt och varierande. När slutanvändaren interagerar med ett system, ett arbete eller en arbetsplats resulterar det ofta i att det faktiska arbetet skiljer sig från det tänkta arbetet. Vid design av ett system, ett arbete, eller en arbetsplats skapas en idealiserad modell av hur detta ska utföras och vilka krav som ska uppfyllas. Arbetet eller miljön vilket designern eller ledningen har tagit fram ger upphov till fenomenet *Work as Imagined* (Braithwaite m.fl., 2016b; Dekker, 2006).

När slutanvändaren interagerar med en designad miljö eller utför ett arbete, skapar användaren ofta lösningar som passar de egna behovet för att underlätta utförandet av arbetet, vilket kallas *workarounds*. När användaren gör *workarounds* blir resultatet att det arbete som utförs skiljer sig från det tänkta arbetet. Det arbete slutanvändaren utför ger upphov till fenomenet *Work as Done* (Braithwaite m.fl., 2016b; Dekker, 2006).

När komplexa system utvecklas är det vanligt att det uppstår en skillnad på *work as imagined* och *work as done* (Hollnagel, 2012). Det designade systemet bygger ofta på att en uppgift ska utföras, vilket innebär att slutanvändaren normalt är en del i designprocessen. Ett system vilket enbart bygger på *work as imagined* leder till att slutanvändarens faktiska arbete snabbt kommer att utvecklas i en annan riktning än det tänkta (Dekker, 2006). För att minska gapet mellan på *work as imagined* och *work as done* behöver systemet designas med människans beteende och arbetssätt i fokus. Under designen och framtagning av nya system är arbetet med fallstudier, intervjuer, attitydundersökning och fokusgrupper användbara för att minska gapet mellan *work as imagined* och *work as done* (Braithwaite m.fl., 2016a; Caplan, 1990).

2.7. Situation awareness

Begreppet *situation awareness* eller situationsuppfattning refererar till en individs eller en grups förmåga att uppfatta, förstå och tolka relevanta element i den omgivande miljön. Situationsuppfattning handlar om att vara medveten om vad som händer i ens omgivning, att förstå konsekvenserna av olika händelser och kunna förutse vad som kan vara effekterna av dem (Endsley, 1995). Situationsuppfattning är särskilt viktigt i komplexa och dynamiska förlopp och miljöer, som till exempel ombord på en fartygsbrygga.

Situation awareness innebär i grund och botten förmågan att skapa en mental bild av händelser som utspelas eller kommer att utspelas i omgivningen (Endsley, 1995). Endsley, s. (1988, s. 97) har etablerat en välanvänd definition:

“The perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning, and the projection of their status in the near future.”

Situation awareness består av tre nivåer vilka är baserade på förståelse av olika aspekter:

Perception: Perception innefattar en individs medvetenhet av relevanta element i sin omgivning. Denna nivå handlar om att skapa sig en uppfattning av status, egenskaper samt dynamiken hos elementen (Endsley, 1995). För en navigatör ombord på ett fartyg kan det till exempel innefatta att personen skapar sig en uppfattning av fartygets navigationsstatus, instrument- och systemstatus, rutt, trafik och väder. (Sharma m.fl., 2019).

Förståelse: Genom att tolka och förstå innebörden av den observerade informationen samt att identifiera mönster och samband skapas en förståelse för elementens samspel, (Endsley, 1995; Sharma m.fl., 2019). Navigatören ska på denna nivå skapa en förståelse för skillnaderna mellan den tänkta situationen med den situationen som utspelar sig. Detta kan vara en deviation i fartygets position eller den påverkan trafiken har på navigatörens planering (Sharma m.fl., 2019).

Projektion/prognos: Projektion av framtida händelser innebär att ha förmågan att förutsäga vad som kan komma att hända närmast och att vara beredd på olika scenarier. Det kräver en grundlig förståelse av elementens status och deras samverkan på tidigare nivåer. Genom denna kunskap görs en estimering för hur händelseförloppet kommer att utvecklas, vilket ger användaren utrymme och tid att agera innan händelsen inträffat (Endsley, 1995). Navigatören har i denna nivå en kunskap att bland annat förutse sitt eget och andra fartygs positioner, meteorologiska förhållanden och trafiksituationer (Sharma m.fl., 2019).

2.8. Skalmodeller

Skalmodeller är en viktig komponent inom ergonomisk design som används för att visualisera och testa produkters utformning i en fysisk skala som är proportionerlig mot den verkliga storleken. Dessa modeller möjliggör en mer detaljerad bedömning av produkter, vilket är särskilt värdefullt i utvecklingen av användarcentrerade produkter, (Österman m.fl., 2016).

Genom att använda skalmodeller kan designern undersöka olika aspekter av produktdesignen, inklusive form, storlek och placering av kontroller och interaktiva ytor. Detta gör det möjligt att göra justeringar och förbättringar innan den fullskaliga produkten tillverkas, vilket sparar tid och resurser (Bligård m.fl., 2018).

Skalmodeller möjliggör ergonomiska tester där användare kan interagera med produkten på en mindre skala. Detta gör det möjligt att bedöma hur väl produkten passar användarens behov, om användargränssnittet är lättillgängligt och om kontroller och interaktiva instrument är lättillgängliga och stödjer användarens naturliga rörelsemönster. Skalmodeller ger viktig feedback för att optimera produktdesignen innan den når produktionsstadiet (Hall-Andersen & Broberg, 2013).

Skalmodeller fungerar även som kommunikationsverktyg när man samarbetar med användare och andra teammedlemmar. Det är lättare för personer med olika bakgrund att förstå och ge feedback på en fysisk modell jämfört med enbart digitala representationer (Österman m.fl., 2016).

2.9. Uppgifts- och länkanalys

Uppgiftsanalys innebär att systematiskt bearbeta och analysera en process i syfte att bryta ner en komplex uppgift i mindre segment som blir lättare att hantera och förstå. De mindre segmenten underlättar förståelsen för uppgiftens delmoment, uppgiftens sekvens och krav. En uppgiftsanalys involverar analyser om hur en uppgift utförs och hur specifika mål uppnås. Analysen identifierar uppgiftens olika steg, beslut som tas och kognitiva processer som involveras för att slutföra uppgiften och nå de tänkta målen (Stanton m.fl., 2013).

Uppgiftsanalyser genomförs för att skapa en djupare förståelse i hur en användare utför en specifik uppgift. Uppgiftsanalys är ett värdefullt verktyg för att studera användarupplevelser. Genom analys av användarens upplevelser kan risken för mänskliga fel i en arbetsprocess minimeras samt bidra till optimering av arbetsprocesser. Vidare kan uppgiftsanalys bidra till mer effektivare och mer användarcentrerade arbetsmiljöer.

När man med hjälp av en uppgiftsanalys konstaterat hur och varför en användare genomför en given arbetsuppgift kan deras rörelsemönster studeras och visualiseras med hjälp av länkanalys. Länkanalys innebär att analysera och förstå sambanden mellan olika designelement. En länkanalys genererar en mer övergripande sammanfattning av de aktiviteter som användare utför och fokuserar på handlingar snarare än de specifika arbetsuppgifterna (Hollnagel, 2012). Länkanalys kan ge en tydlig visuell representation av problem hos en design genom att sammanställa hur ett system eller sekvens av uppgifter hänger samman. Vidare hjälper länkanalys till med att bestämma olika rörelsemönsters frekvens och betydelse (Stanton m.fl., 2013).

Länkanalyser används flitigt vid utformning av digitala gränssnitt, men de har också en lång historik av användning inom förbättringsarbete på arbetsplatser, både i modern tid och historiskt sett (Gilbreth & Gilbreth, 1917; Mallam, 2016; Price, 1989).

3. METOD

Genom en fallstudie har en kvalitativ undersökning genomförts (Gerring, 2004). Skalmodeller togs fram för att underlätta visualisering av arbetsmoment och effekter av ändringar på fartygsbryggans utformning (Bligård m.fl., 2018; Hall-Andersen & Broberg, 2013; Österman m.fl., 2016). Tillsammans med fokusgrupper utvärderades fartygsbryggans design med hänsyn till ergonomiska aspekter för att kunna diskutera fram nya designlayouter utifrån användarens perspektiv (Braithwaite m.fl., 2016a; Wibeck m.fl., 2007). Fokusgrupperna uppmanades att tänka högt under övningarna (Charters, 2003), och deras rörelsemönster låg till grund för länkanalyser (Stanton m.fl., 2013).

3.1. Fallstudie för bryggutformning

Med GA- och 3D-ritningar som underlag analyserades en fartygsbryggas design. Uppgift- och länkanalyser tillämpades på olika arbetsuppgifter ombord. Den studie som genomförts har utgått från en kusttanker med en dödvikt på 7999 ton och det ritningsunderlag som användes var designritningar av fartygsbryggan i slutskedet av fartygets design, det vill säga innan den planerade kölsträckningen.

3.2. Samtal med fartygsbefäl ombord på tidigare iteration av bryggutförande

Tidigt under projektet genomfördes en dialog med befälhavaren på Thun Eos, byggd 2017. Samtalet ägde rum under ett varvsbesök i Falkenberg. Besöket syftade till att få en uppfattning av vilka delar och funktioner som hos en liknande brygglayout betraktades som begränsningar och vilka förbättringar som kunde ge ett stort mervärde för bryggbesättningen. Mötet som genomfördes under detta fartygsbesök låg till grund för analysen av de tillhandahållna GA- och 3D-ritningarna.

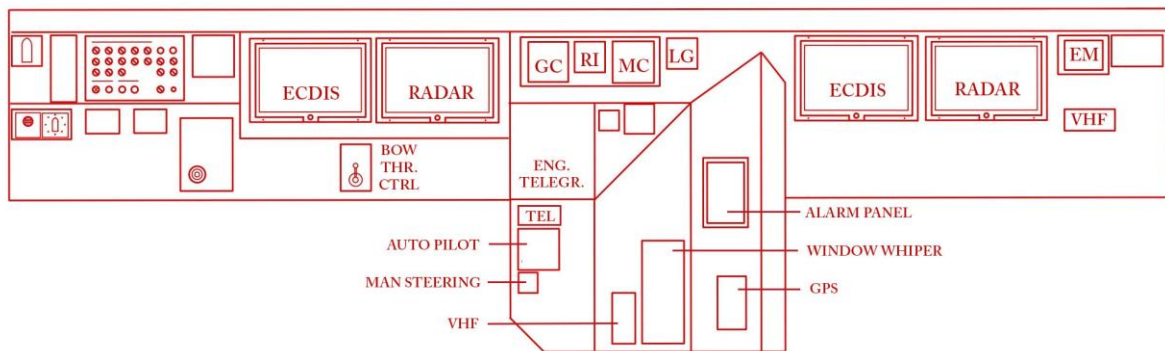
3.3. Skalmodeller för visualisering och länkanalys

För att tydliggöra bryggans utformning, instrumentplacering samt de nödvändiga rörelser och förflyttningar som bryggbesättningen behöver utföra för en specifik arbetsuppgift byggdes skalmodeller av bryggan. Bryggans skalmodeller konstruerades i skala 1:10. Skalmodellen byggdes i kartong med tejp, post-it lappar och pappersark, se Figur 3. 3D-ritningar över bryggan var nödvändiga för att kunna bygga tydliga och korrekta skalmodeller. GA-ritningar användes framför allt för instrumentplacering, instrumentstorlek samt för översikt, se Figur 4 och Figur 5.

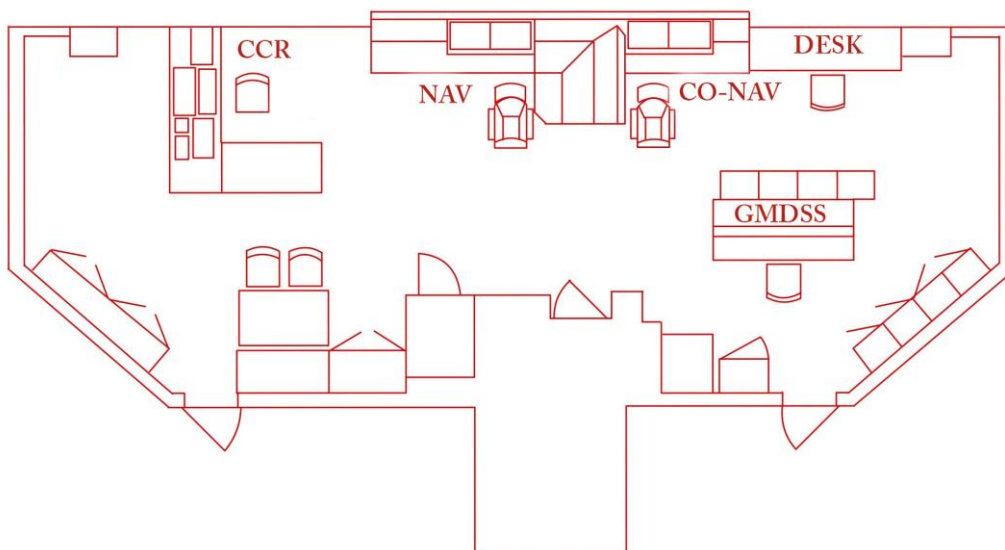
Målet med skalmodellen var att på ett visuellt sätt presentera bryggans layout och instrumentplacering i relation till andra delar av bryggan. Avsikten var att fokusgruppernas medlemmar skulle få bättre förutsättningar att se problem med brygglayouten och visualisera alternativa utformningar genom att flytta runt instrument och paneler samt placera ut nya instrument.



Figur 3 Skalmodell av navigationsplatsen och CCR.



Figur 4 Instrumentens placering vid navigationskonsolen. GC – Gyro Compass, RI – Rudder Indicator, MC – Magnetic Compass, LG – Speed log, EM – Energy Monitor (display för maskin och bränsleförbrukning)



Figur 5 Översiktlig layout över bryggdäck.

3.4. Fokusgrupper och uppdatering av bryggutformning

De skalmodeller som togs fram användes som underlag i fokusgrupper där olika arbetsuppgifter utvärderades och nya förslag för bryggans utformning diskuterades (Morris Hargreaves McIntyre, u.å.; Wibeck m.fl., 2007). Tre olika fokusgrupper användes och varje grupp bestod av två deltagare.

3.4.1. Val av scenarier

I denna studie genomfördes tre olika scenarier. Val av scenarier baserades på två huvudsakliga arbetsysslor på bryggan:

- Navigering och framförande av fartyget.
- Arbete i CCR vid lastning och lossning av tanklast.

Scenarierna valdes med målet att generera ett flertal delmoment som behövde genomföras under uppgiften. De begränsningar i brygglayouten som identifierats under platsbesöket under projektets inledningsfas försökte implementeras i valet av scenarier. De scenarierna som handlade om framförandet av fartyget var mer styrda till en specifik uppgift, genomgång av deluppgifter och förväntat utfall för uppgiften. Uppgifterna togs fram genom uppgiftsanalyser som baserade på de utvalda scenarierna. Scenariot med arbete i CCR:en vid lastning och lossning av tanklast utfördes genom en mer öppen och generell diskussion kring arbetsstationen.

3.4.2. Urval av fokusgrupper

Urvalet av fokusgrupper var strategiskt och utgick från följande frågeställningar:

- Vilka typer av gruppmedlemmar kan ge relevant input för att förbättra brygglayouten?
- Vilken kompetens bör de besitta?
- Vilken erfarenhetsnivå är nödvändig?

Utifrån frågeställningarna valdes tre fokusgrupper ut

- En fokusgrupp bestående av aktiva sjöbefäl på tankfartyg.
- En fokusgrupp bestående av sjöbefälsstudenter under sitt sista år på sjökaptensprogrammet.
- En fokusgrupp bestående av lärare på sjökaptensutbildningen, där ena personen hade erfarenhet som fartygsbefäl och den andra medlemmen akademisk kompetens inom ergonomi och Human Factors.

Genom variationen av medlemmarnas bakgrund i de olika grupperna studerades även skillnader i fokus under diskussionerna. Om olika bakgrund genererade olika resonemang och vilka frågeställningar som lyftes. Det specifika valet av personer i de olika grupperna återfinns i Tabell 1.

Tabell 1 Demografisk fördelning hos fokusgruppernas deltagare

Deltagare	Erfarenhet	Sysselsättning	Kön	Ålder [år]	Längd [cm]
Grupp 1 deltagare 1	5 års anställning, 2.5 år sjötid, klass 2	Överstyrman tank, >150 m	M	29	183
Grupp 1 deltagare 2	6 månader sjötid och 1 år som elev, klass 5	2:e styrman tank, >150m	M	25	180
Grupp 2 deltagare 1	Praktik, 267 dagars sjötid på tankfartyg	Sjökaptensstudent	M	24	193
Grupp 2 deltagare 2	Praktik, 260 dagars sjötid på tankfartyg, roro, ropax, passagerarfartyg, torr bulk och bogserbåt	Sjökaptensstudent	K	27	178
Grupp 3 deltagare 1	PHD HF, forskning och undervisning i olja, gas samt räddningsprojekt med <i>Human Machine Interface</i> och displayer.	Professor	M	59	168
Grupp 3 deltagare 2	Sjöman på diverse fartyg, där mestadels inom offshoreindustrin på ankarhanterare, surveyfartyg, dykfartyg och borrhög samt 20 år i flottan	Instruktör Chalmers	M	51	189
Medelvärde				35,8	182
Standardavvikelse				13,8	8,0

3.4.3. Genomförande av brygganalys med fokusgrupper

Vid starten av fokusgruppens övningar presenterades skalmodellen för deltagarna. Fartygstyp och fartygsstorlek beskrevs. Deltagarna fick muntliga instruktioner att de skulle utföra uppgifterna i rollen som vaktgående befäl. Att syftet med övningarna var att studera tillgänglighet för bryggutrustningen och de olika instrumenten. Vidare var syftet även att utvärdera ergonomiska aspekter som nödvändiga kroppsrörelser för att genomföra uppgifterna.

De tre olika scenarierna som skulle genomföras beskrevs övergripande innan första övningen påbörjades. Inför varje övning gavs en detaljerad beskrivning av förväntade uppgifter som inkluderades samt vilka moment som förväntades genomföras.

Scenario 1: Kursändring vid waypoint

Deltagarna genomförde uppgiften i rollen som ensamt vaktgående befäl på bryggan under en vakt, och där fartyget närmar sig en waypoint. En gir skall genomföras för att ändra kurs mot nästa waypoint. I detta scenario förväntades deltagarna beskriva och utföra följande uppgifter:

- *Situation awareness*
- Ta position
- Skriva i skeppsdagboken
- Ändra autopilotinställningar
- Följa upp giren
- *Situation awareness*

När uppgiften presenterats ställdes följande fråga till deltagarna:

- För scenariot som du har fått är det fler eller färre uppgifter du hade velat göra?

Under övningen uppmanades deltagarna att tänka högt och beskriva vilka moment som genomfördes i varje steg, vilka instrument som användes och vilken information som behövdes i varje steg. I varje steg frågades deltagarna vilka rörelser som behövde göras.

När deltagarna hade gått igenom scenariot med uppgifterna ställdes följande frågor:

- Är det någonting som du ser i denna layout som försvårar uppgiften?
- Har du något förslag på en förändring som kan göra uppgiften enklare?

Genom diskussion tog deltagarna fram förslag på ändringar i layouten vid navigationskonsolen. Förslagen diskuterades utifrån olika för- och nackdelar.

Scenario 2: OOW vid lotsning, maskinlarm, maskinrumskommunikation och fartändring

Deltagarna genomförde uppgiften i rollen som vaktgående befäl på bryggan när en lots kör fartyget från navigationsplatsen. Ett maskinlarm utlöstes och maskinbesättningen ringde på interntelefonen för att uppmana en fartändring. I detta scenario förväntades följande uppgifter att utföras:

- Kvitтера larmet
- Svara på interntelefonen
- Ändra farten

Under övningen uppmanades deltagarna att tänka högt och beskriva vilka moment som genomfördes i varje steg, vilka instrument som användes och vilken information som behövdes i varje steg. I varje steg frågades deltagarna vilka rörelser som behövde göras.

När deltagarna hade gått igenom scenariot med uppgifterna ställdes följande frågor:

- Är det någonting som du ser i denna layout som försvårar uppgiften?
- Har du något förslag på en förändring som kan göra uppgiften enklare?

Genom diskussion tog deltagarna fram förslag på ändringar i layouten vid navigationskonsolen. Förslagen diskuterades utifrån olika för- och nackdelar.

Scenario 3: Ergonomi vid lasthanteringsstationen, CCR

Deltagarna genomförde uppgiften som vaktgående befäl på bryggan under en lastoperation. En öppen diskussion genomfördes där deltagarna fick beskriva deras arbetssätt vid CCR. Under övningen uppmanades deltagarna att tänka högt och stegvis beskriva vilka moment som genomfördes i arbetet, vilka instrument som användes och vilken information som behövdes i varje steg. För varje arbetsuppgift frågades deltagarna vilka rörelser som behövde göras.

Genom diskussion tog deltagarna fram förslag på ändringar i layouten vid CCR. Förslagen diskuterades utifrån olika för- och nackdelar.

3.4.4. Dokumentation av fokusgrupper

Resultatet från fokusgrupperna dokumenterades genom ljudupptagning, fotografering av framtagna förslag och anteckningar av diskussionerna som fördes med deltagarna.

3.5. Analys

Den data som samlades in under studien analyserades med en kvalitativ konventionell innehållsanalys (Hsieh & Shannon, 2005). Inspelningarna från fokusgrupperna analyserades med forskningsfrågorna som utgångspunkt. Viktiga delar plockades ut, sammanställdes och kategoriserades för varje enskild fokusgrupp.

3.6. Etiska överväganden

Deltagarna i studien medverkade frivilligt. De blev informerade att de när som helst kunde avbryta sitt deltagande samt återta sitt medgivande. Deltagarna tilldelades och skrev på ett samtyckesformulär om att delta. Datainsamlingen skedde enligt Chalmers etiska riktlinjer och EUs *General Data Protection Regulation* (GDPR). Deltagandet i studien är konfidentiellt och det skall inte gå att koppla personuppgifter till deltagarna i denna rapport.

4. RESULTAT

Genom analysen av 3D- och GA-ritningarna identifierades olika arbetsstationer samt instrumentlayout vid CCR och navigationskonsolen. Fokusgrupperna introducerades till den ursprungliga layouten genom en skalmodell av bryggan och presentation av GA-ritningar, som beskrivet i avsnitt 3.3. Med skalmodellen fann Grupp 3 det lättare att visualisera och tänka än vad deltagarna tidigare hade förväntat sig.

4.1. Scenario 1 Kursändring vid waypoint

Grupp 1 uppgav vid första scenariot att de använder elektronisk loggbok i sitt arbete. De andra deltagarna frågade om elektronisk loggbok användes ombord på bryggan som presenterades i övningen.

4.1.1. Genomförande av arbetsuppgift

Samtliga grupper instämde på att uppgifterna som presenterats i avsnitt 3.4.3 är det som utförs på bryggan inför och under en gir. Grupperna uppmärksammade däremot att dokumentation i loggboken utförs vanligtvis efter de kritiska momenten vid en gir.

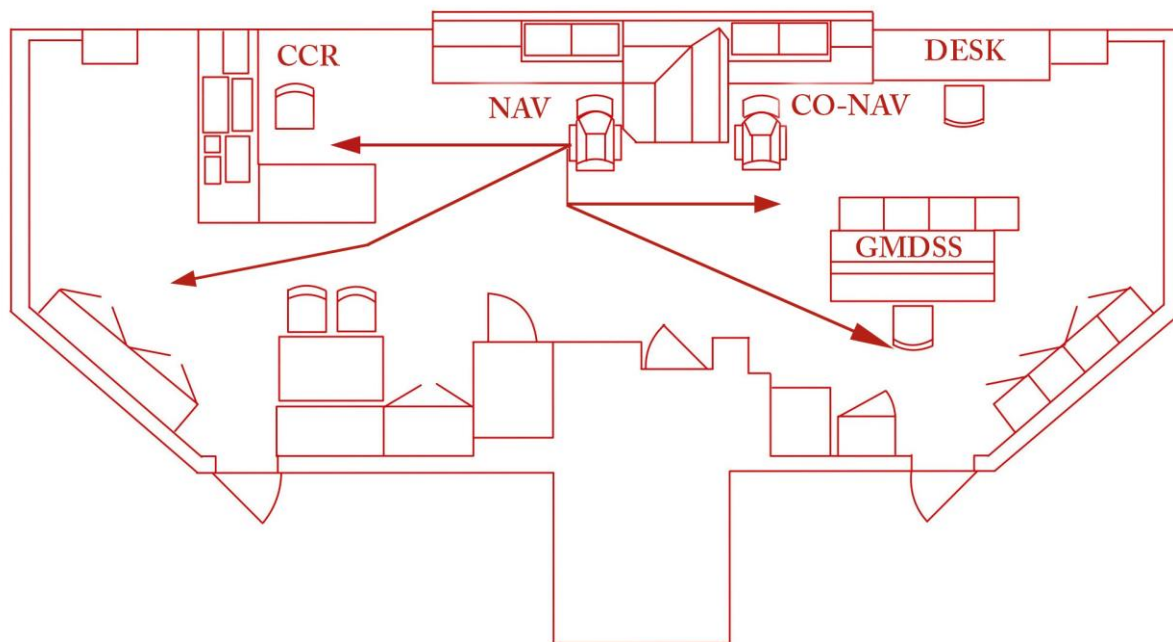
Den inledande *situation awareness* innefattade för samtliga grupper visuell observation framåt, mot fartygssidan och bakåt. Radar och *Electronic Chart and Display Information System* (ECDIS) användes för att bekräfta den trafiksituation som samtliga deltagare anser är väldefinierad utifrån att navigationen monitorerats kontinuerligt, fram till aktuell waypoint.

De flest av deltagarna uppgav att de i många situationer kontrollerar trafiken på åtminstone den sida som de skall gira åt genom fysisk förflyttning ut på bryggvingen för att på så sätt få bättre, visuell överblick och för att bekräfta fritt vatten. Förflyttningen ut på bryggvingen syftade till störst del på att bekräfta trafiken visuellt, akteröver. De olika deltagarna valde att gå olika långt ut på bryggvingen, från att nöja sig att gå ut till CCR:en till att gå hela vägen ut till fartygssidan, se Figur 6.

De deltagare som arbetade med loggboken före giren utförs gör, innan giren programmeras i autopiloten, noteringar på kladdpapper för att senare kunna föra in det i loggboken. Fartygets position hämtas från ECDIS eller radar och kurser noteras från gyro och magnetkompass.

De flesta deltagarna uppgav att de brukar programmera autopiloten precis innan giren utförs medan en av deltagarna programmerar den nya kursen i autopiloten innan hen går ut på bryggvingen.

När giren utförs kontrollerar samtliga deltagare att roderorder ges och att roderutslag erhålls. Kursförändring bekräftas i ECDIS eller mot gyrorepeter. Giren följs även upp visuellt, med radar samt ECDIS. Roderindikator tillsammans med fartygets kurs monitoreras för att bekräfta stöttning av rodret och när fartyget är på den nya kursen.



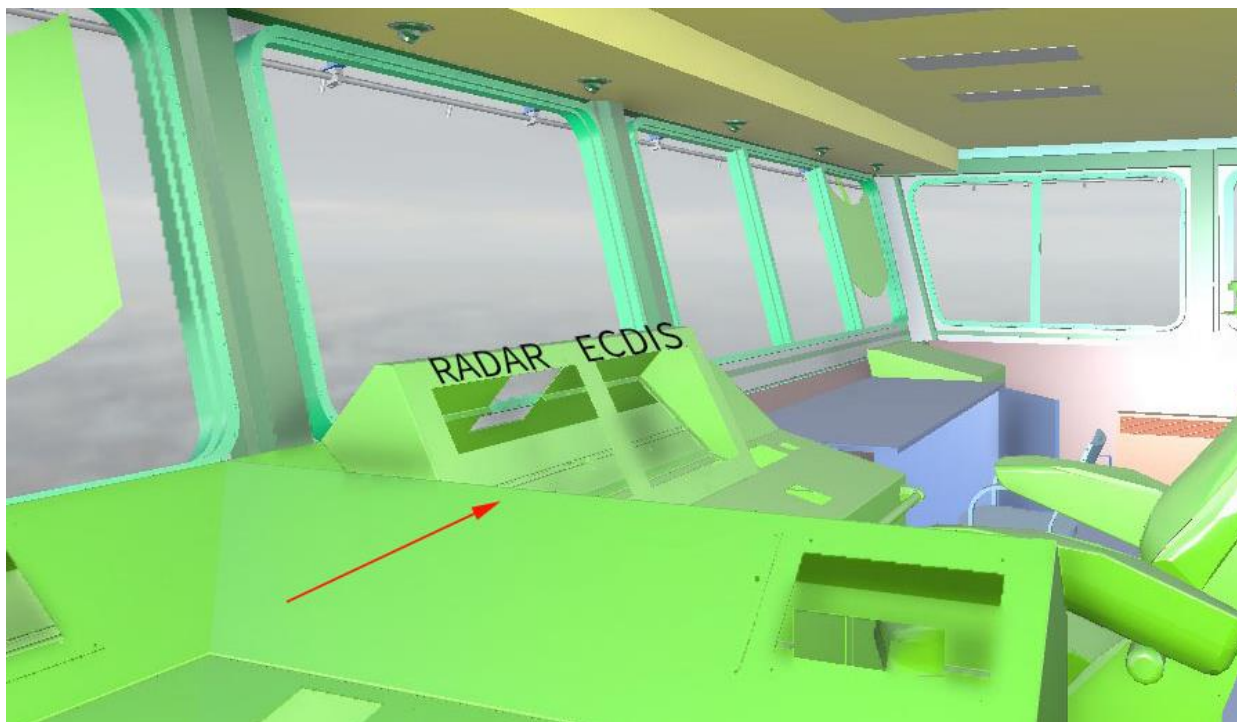
Figur 6 Förflyttningar som deltagarna utför för att skapa situation awareness inför en gir.

4.1.2. Faktorer som försvårar uppgiften

Samtliga grupper ville använda både styrbord och babords radar vid ensamnavigering. De uppmärksammade att den vinklade panelen i mittkonsolen kunde skymma sikten av styrbordsradarn från nav-platsen, se Figur 7. Detta sågs som ett problem av deltagarna när olika inställningar på styrbord och babords radar användes. En deltagare nämnde att problemet inte var av någon större betydelse om det var möjligt att växla mellan vilken radar som presenteras på babordsskärmen. Problemet kommenterades av deltagarna med:

”Kanske beror på hur lång man är, det går kanske att sträcka på sig.”

”Bloody hell, man ser ju inte den andra skärmen.”



Figur 7 3D-ritning av mittkonsolen, bilden visar sikten från navplatsen (till babord) riktat mot radar och ECDIS skärmar vid co-navplatsen (till styrbord).

Vidare togs följande faktorer upp som inte var genomgående i samtliga grupper:

- Avsaknad av en *conning* (skärm som visar en samlad bild över olika fartygsparametrar) såg som ett problem för att skapa en *situation awareness*.
- Pelarna mellan ventilerna skymmer sikten vilket gör att det krävs onödiga förflyttningar för att få en visuell överblick.
- När det skulle ske förflyttningar på bryggan uppgav deltagarna att GMDSS stationen var placerad på en plats vilket var i vägen.
- Att stolarna är fixerade i durken vilket resulterar att det uppfattas som trångt vid en stående ställning.
- Var loggboken är placerad, det krävs ibland flera förflyttningar för att dokumentera i loggboken.

4.1.3. Förslag på ändringar i brygglayouten

Grupp 1 föreslog att flytta mittkonsolens vinklade panel längst ut till styrbords sida av navigationskonsolen. VHF:en längst till styrbord placerades av deltagarna till styrbord i mittkonsolen för räckhåll vid både nav- och co-navplatserna. Vidare lade gruppen till en *conning* i mittkonsolen. En av deltagarna använder *conning* frekvent i sitt arbete och ser det som en nödvändig komponent vid navigering. Deltagarna uppgav att de instrument som inte används för navigering stör vid navplatsen. Instrument som GPS samt reglagen för vindrutetorkare föreslås placeras på andra platser än i mittkonsolen, se Figur 8.



Figur 8 Förslag av grupp 1 vid första scenariot. Styrbord VHF flyttad till mittkonsolen, Conning tillagt, den vinklade panelen flyttad längst till styrbord.

Grupp 2 presenterade inga ändringar som kunde förenkla uppgifterna för det första scenariot. Deltagarna uppgav att nödvändiga instrument fanns inom räckhåll vid navplatsen, men betonade vikten av att instrumenten för gyrokompassen, magnetkompassen och roder är synliga.

Grupp 3 valde att ta bort den vinklade panelen i mittkonsolen för att få överblick över alla instrumenten från navplatsen. Deltagarna ansåg att alarmpanelen är ett nödvändigt instrument att kunna se från både nav- och co-navplatsen. Deltagarna uppgav även att reglagen för vindrutetorkare bör vara tillgänglig från bägge av dessa platser. Eftersom GPS-data matas in i ECDIS, ansåg gruppen att direktåtkomst till GPS inte nödvändigtvis behöver finns vid navplatsen.

Vidare lyfte gruppen fram vikten av conning som ett nödvändigt instrument att ha tillgång till på bryggan. Deltagarna upplever att conning bidrar till en förhöjd *situation awareness*. De uppgav att displayen bör vara synlig från bägge platserna och optimalt om den placeras längs med centerlinjen. I förslaget som tagits fram placerades en conning ovanför ventilerna, men deltagarna uppgav att den lika väl skulle kunna integreras i mittkonsolen.

Deltagarna framförde att loggboken bör vara lättillgänglig och föreslog en utdragbar bänkskiva till babord om nav-platsen som en potentiell en lösning. Att däremot ha en kontorsplats på bryggan ansågs störande och inte optimalt. Vidare argumenterade deltagarna för att utkiken troligen kommer placera sig där för att utföra andra arbetsuppgifter, se Figur 9.



Figur 9 Förslag som av grupp 3 vid första scenariot. Utdragbar bänkskiva med loggbok längst till babord, Conning placerad ovanför ventilen i centerlinjen, GPS är flyttad till skrivbordet längst till styrbord.

Sammanfattningsvis uppgav två grupper att den vinklade panelen i mittkonsolen var en komponent de ville ändra på. Den ena gruppen placerade panelen till styrbord medan den andra gruppen avlägsnade den helt. Conning var även ett instrument som två grupper ansåg vara en central del i navigeringen för att skapa *situation awareness*. GPS:en uppfattades av två grupper som onödig vid navigering och instrumentet flyttas till en annan plats än i mittkonsolen. Vidare uppgav en grupp att styrbords VHF skulle kunna flyttas till mittkonsolen medan en annan grupp föreslog en utdragbar bänkskiva till loggboken.

4.2. Scenario 2 OOW vid lotsning, maskinlarm, maskinrumskommunikation och fartändring

Flera deltagare poängterade att det inte alltid är så att lotsen är den som kör och sitter vid styrplatsen.

4.2.1. Genomförande av arbetsuppgift

När larmpanelen signalerade förflyttade sig samtliga deltagare och placerade sig direkt bakom mittkonsolen. Förflyttningen var nödvändig för att kunna avläsa larmet då deltagarna konstaterade att larmpanelen inte var synlig från deras position vid co-navplatsen. Deltagarnas placering bakom mittkonsolen styrdes av det begränsade utrymmet mellan babords stol och konsolen.

För att nå interntelefonen behövde deltagarna sträcka på sig över konsolen.

Eftersom ändringen av maskintelegrafen sker i samråd med maskinbesättningen görs detta från samma position, bakom mittkonsolen. Samtliga deltagare konstaterade att det kräver att man sträcker sig långt för att nå. I en av grupperna ställs frågan om det från positionen ens är möjligt att nå maskintelegrafen. En deltagare i gruppen uppgav behovet av displayen för maskin och bränsleförbrukning i mittkonsolen. Detta på grund av att det saknas en conning, vilket leder till onödiga förflyttningar mellan mittkonsolen och displayen för maskin och bränsleförbrukning som sitter på styrbord sida.

En av deltagarna resonerade kring om hen i stället hade bett lotsen reglera farten på grund av den begränsade tillgängligheten mellan babordsstolen och mittkonsolen medan en annan deltagare övervägde att be lotsen att avlägsna sig helt från stolen så hen själv kunde placera sig där.

4.2.2. Faktorer som försvårar uppgiften

En av grupperna konstaterade direkt när scenariot påbörjades att brygglayouten inte var utformat på ett sätt som gör arbetet effektivt tillsammans med en lots ombord. Instrumenten nås och syns relativt bra på navplatsen men co-navplatsen är väldigt avskärmad.

Samtliga grupper uppgav att lotsen var ett hinder för att utföra uppgiften. Att stolen är fast monterad i durken sågs som ett problem. Vidare uppgav deltagarna att de behövde sträcka sig på ett obekvämt sätt för att komma åt interntelefonen. En av deltagarna noterade att om hen ska prata i interntelefonen samtidigt som lotsen använder VHF:en kommer de att kroka arm. För att ändra i maskintelegrafen såg deltagarna ett behov av att kunna kontrollera inställningarna mot en conning eller displayen för maskin och bränsleförbrukning. Placering av displayen för maskin och bränsleförbrukning sågs som ett problem eftersom det krävde förflyttningar fram och tillbaka på bryggan.

4.2.3. Förslag på ändringar i brygglayouten

Grupp 1 lämnade under det andra scenariot förslag på att avlägsna den vinklade panelen av mittkonsolen. Den nya mittkonsolen skulle kunna konstrueras med ett minskat djup för att underlätta åtkomsten till de övre instrumenten och bägge VHF:erna skulle kunna placeras här. De ville lägga till en conning i mittkonsolen och placera maskintelegrafen på den frigjorda ytan vilket skulle möjliggöra tillgänglighet även när en person sitter på navplatsen, se Figur 10. Deltagarna uppgav dessutom att instrumenten som är placerade på konsolen längst till babord uppfattades som för ”långt bort” och att vinkla den konsolen mot nav-platsen hade underlättat. Deltagarna kommenterade förslaget med:

”Det hade underlättat, nästan tagit bort alla problem.”

”Då hade man ju sett larmet direkt, kunnat svara på telefonen, och ändra i maskintelegrafen, kanske utan att ens behöva flytta sig alls.”

”Man behöver inte hänga över så man kommer åt någon knapp. För detta scenario skulle jag säga att det är en bättre lösning.”

Vidare diskuterades att med justeringarna i denna layout kunna skapa en överblick över de inställningar som en utkik eller co-nav har på sina instrument. Deltagarna betonade att detta

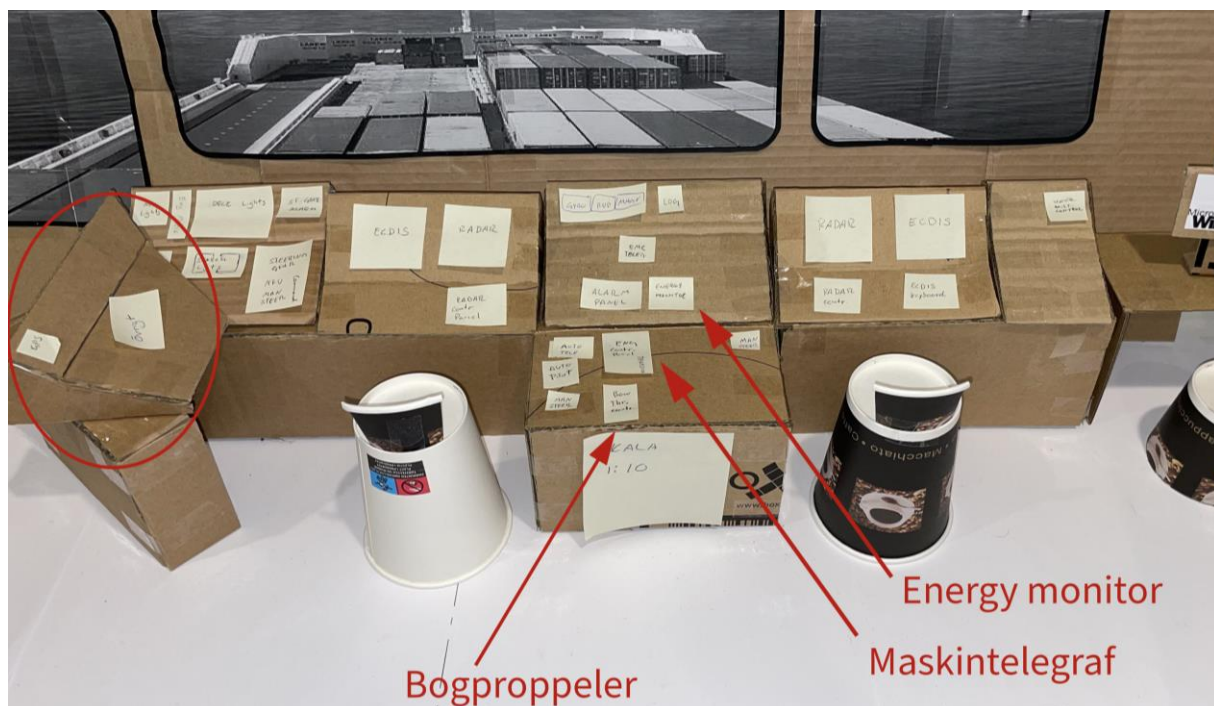
förslag öppnar upp för samarbete och ansåg att det även hade varit gynnsamt under det första scenariot.



Figur 10 Förslag av grupp 1 vid andra scenariot. Maskintelegrafen är nerflyttad, VHF:erna är samlade i mittkonsolen och en conning är tillagd. En vinklad panel är tillagd längst till styrbord där GPS och reglage för vindrutetorkare är placelrad.

Grupp 2 föreslog att den vinklade panelen i mittkonsolen skulle avlägsnas och att man bör flytta ner nödvändiga navigationsinstrument, inklusive maskintelegraf. För att underlätta vid telegrafändringar föreslog gruppen att displayen för maskin och bränsleförbrukning skulle vara synlig från navplatsen. De föreslog dessutom att bogpropellerkontrollen skulle flyttas till mittkonsolen för att skapa förutsättningar att använda flera instrument samtidigt vid manövrering. Möjligheten till att manuellt kunna styra från bägge platserna ansågs som optimalt.

Vidare föreslog gruppen att en takmonterad konsol kunde vara lämplig plats för VHF:erna och reglagen för vindrutetorkare. En deltagare identifierade att en vinklad konsol längst till styrbord eller babord kunde vara en lämplig plats för instrument som är icke-kritiska vid navigering, se Figur 11.



Figur 11 Förslag av grupp 2 vid andra scenariot. En vinklad konsol till babord är tillagd för övriga instrument. Maskintelegrafen är nedflyttad samt bogpropellerkontrollen är flyttad till mittkonsolen. Ett reglage för handstyrning har lagts till i mittkonsolen.

Grupp 3 föreslog också i det andra scenariot att avlägsna den vinklade panelen i mittkonsolen. Mittkonsolens storlek fann deltagarna inte var ett hinder när den vinklade panelen var avlägsnad. Deltagarna ansåg att conning var nödvändigt för att kunna ställa in maskintelegraf och placerade därför den ovanför ventilen i centerlinjen. De föreslog också att displayen för maskin och bränsleförbrukning skulle placeras ihop med maskintelegraf. VHF:erna bör vara tillgängliga för både nav och co-nav och gruppen valde därför att placera dem i mittkonsolen.

De poängterade dessutom att GPS:en inte är nödvändig i mittkonsolen och att den därför kan flyttas till en annan plats på bryggan. Kontorsplatsen som är placerad till styrbord om navigationskonsolen sågs som ett större hinder eftersom skärmen blir ett objekt för ljuskontaminering i mörker. Skrivbordet ansågs däremot som en lämplig plats för övriga instrument, se Figur 12.



Figur 12 Förslag av grupp 3 vid andra scenariot. En conning display är placerad ovanför ventilen i centerlinjen. Displayen för maskin och bränsleförbrukning är placerad med maskintelegrafen. VHF:erna är samlade i mittkonsolen och GPS:en är flyttad längst till styrbord.

Sammanfattas de förslag som grupperna lämnat under det andra scenariot avlägsnade samtliga grupper den vinklade mittpanelen. GPS:en var dessutom en komponent som alla grupper valde att placera på en annan plats på bryggan än i mittkonsolen. Vidare föreslog samtliga grupper att VHF:erna skulle vara tillgängliga från både nav och co-navplatserna. Två av grupperna valde att placera dem i mittkonsolen medan en grupp i stället föreslog en takmonterad konsol. Alla deltagare uppmärksammade vikten i att kunna jämföra maskintelegrafinställningar mot ett annat instrument. För två av grupperna innebar detta en conning medan en annan grupp ansåg att displayen för maskin och bränsleförbrukning var tillräcklig. Samtliga deltagare påpekade att stolarna bör vara justerbara och placeras på skenor.

4.3. Scenario 3 Ergonomi vid lasthanteringsstationen, CCR

Två av grupperna uppfattade bryggans CCR som orienterad i fel riktning eftersom personen då blir positionerad med ryggen mot ventilen som möjliggör visuell överblick över lastdäck och manifolder. Deltagarna lyfte fram vikten av att, vid ett larm eller händelse, snabbt kunna observera lastdäck och manifolder.

Grupp 1 diskuterar tredje scenariot med en utgångspunkt till sina specifika fartyg. Deltagarna uppger att det är vanligt att hela bryggvaktens tid spenderas i CCR, ibland upp till sex timmar, trots att vakten normalt sett är fyra timmar.

Deltagarna uppgav att skalmodellen av CCR var lik den de har ombord på sina fartyg, och de uttryckte vana vid denna utformning. Vidare uppskattar de den större ventilen vid CCR eftersom den möjliggör fri sikt till manifolder och slangarna.

En deltagare från grupp 2 uppgav att deras erfarenhet av CCR endast omfattade placering på ett annat däck än bryggdäck.

4.3.1. Rörelsemönster och arbetet i CCR

Deltagarna från grupp 1 konstaterar att de positionerar sig i hörnet när de arbetar i CCR. En deltagare betonar vikten i att slippa förflytta sig runt i CCR för att utföra de olika uppgifterna. De uppger att de har kontorsstolar ombord på sina fartyg och uppskattar att stolarna är höj- och sänkbara och försedda med hjul.

Deltagarna uppger att vid toppning av lasttankar arbetar man normalt med ytterligare en kollega i CCR. Detta eftersom överstyrman som har ansvaret ofta vill vara med och övervaka de kritiska momenten. CCR upplevs som trångt när två personer ska arbeta samtidigt och den som utför lastningen brukar sitta i hörnet. Att man är två i CCR samtidigt förekommer också när man har elever ombord. Slutligen uppger deltagarna att den aktra konsolen är djup vilket innebär att de måste sträcka sig för att nå längst in.

Grupp 2 inleder tredje scenariot med en diskussion om hur arbetet utförs vid CCR. Deltagarna resonerade kring hur mycket tid som spenderas vid lastdatorn, larm och andra skärmar, men de diskuterade även andra frågor som berör arbetet vid CCR. Deltagarna underströk vikten av att ha god sikt över lastdäck.

Vidare noterade deltagarna i grupp 2 att djupet under konsolen med lastdator och arbetsdator är för kort och ger därmed mycket begränsad plats för benen. De konstaterar att det leder till att knäna kommer gå emot när man sitter ned och ska arbeta vid datorerna. Den ena deltagaren har upplevt en liknande situation tidigare och kommenterar det med följande:

”Om man står upp kanske man inte får plats med foten samt komma in med låret hela vägen till kanten. Det har jag varit med om förut, det är superstörtigt, det gör bara ont och är obekvämt.”

Grupp 3 diskuterade genomgående om att kunna skapa en *situation awareness* vid CCR. Deltagarna påpekade att det krävs översikt över både instrument och lastdäck i fall av händelse. De betonade vikten av att snabbt kunna se ut över däck om ett larm utlöser, till exempel om en tank flödar över.

Deltagarna hade även reflektioner om stolen och förde resonemang kring surningsmöjligheter, samt betonade de ergonomiska aspekterna av höj- och sänkbara stolar försedda med hjul. De uppgav även att lastplanering troligen genomförs under sjöresorna.

4.3.2. Förslag på ändringar vid lasthanteringsstationen, CCR

Grupp 1 ville samla alla instrument för lastning placerade i det akre hörnet av CCR. De bytte dessutom plats på lastskärmen och ballastskärmen och flyttade *Ballast Water Treatment System* (BWTS) förut. Vidare placerade de larmen för 95% och 98% tankfyllning akter om lastpumpsystemet. Detta menade deltagarna skulle förenkla uppgiften då alla instrument som används vid de kritiska momenten samlas, se Figur 13. Deltagarna uppgav att vid toppning av lasttankar är ballastoperationen ofta färdig om den inte är det uppger de att den tillfälligt stoppas.



Figur 13 Förslag av grupp 1 vid tredje scenariot. 95% och 98% larmen är placerade överst på panelen till höger om skrivaren, Lastskärmen placerad direkt under, BWTS är placerad överst till höger och ballastskärmen placerad direkt under.

Grupp 2 betonar vikten av rörliga kontorstolar vid CCR, de underströk även vikten av att stolarna kan justeras, rulla samt rotera och deltagarna uppger att det är högsta prioritet. Deltagarna samlar 95% och 98% larmen med de andra instrumenten för toppning. Vidare möblerar deltagarna om CCR för bra sikt förut och poängterar att placeringen av instrument som används vid toppning bör möjliggöra sikt förut. Deltagarna tar fram två olika förslag på layouter för CCR, se Figur 14 och Figur 15. Den ena deltagaren kommenterar de nya förslagen med:

”Jag tycker det är en bättre lösning för då har du alltid möjlighet att titta ut snabbt och behöver inte vända dig om.”

Gruppen fick frågan på hur de skulle se på CCR om den förändrades till en arbetsstation liknande en kontorsplats. Deltagarna uppskattade detta förslag och föreslog att höj- och sänkbara skrivbord kunde läggas till. De uppger att arbetet skulle bli bekvämare och minska hälsobelastningar. Ena deltagaren kommenterar förslaget med

”Jag hade sett det positivt, ni bryr er om er personal.”



Figur 14 Förslag 1 av grupp 2 vid tredje scenariot. 95% och 98% larmen är placerade överst och längst förut på konsolen. Den aktra konsolen är vinklad åt styrbord.



Figur 15 Förslag 2 av grupp 2 vid tredje scenariot. 95% och 98% larmen är placerade högst upp ovanför lastskärmen och den aktra konsolen har roterats och placerats till babord.

Grupp 3 fokuserade främst kring möjligheten till en bra sikt förut över lastdäck. De ändrade CCR så att lastningsinstrumenten var placerade framför ventilen, se Figur 16. Deltagarna kommenterade förslaget med:

"Jag vill kunna se lastdäck."

Vidare diskuterade deltagarna ljuskontaminering över bryggan, de argumenterade för hur reflektioner från datorskärmarna i ventilerna kan misstolkas och stjäla uppmärksamhet från navigatören. Slutligen noterade gruppen att personen som arbetar vid CCR kommer slå i knäna då utrymmet under konsolen är för litet. Deltagarna påpekade dessutom att analoga spakar uppfattades som gammalmodigt och att så mycket som möjligt i stället bör placeras i mjukvara.



Figur 16 Förslag av grupp 3 vid tredje scenariot. Konsolerna är roterade medurs i CCR.

4.4. Resultatsammanställning

Utifrån de förslag som fokusgrupperna tog fram skulle navigationsplatsen och CCR kunna ändras utifrån dessa punkter.

Vid navigationskonsolen:

- Den vinklade panelen i mittkonsolen bör avlägsnas då den kan hindra sikten över samtliga instrument, samt försämra möjligheten till att samarbeta på bryggan.
- Larmpanelen bör vara synlig från både nav- och co-navplatsen.
- En conning eller displayen för maskin och bränsleförbrukning bör placeras vid mittkonsolen för att skapa en bättre *situation awareness*, och stödja vid maskintelegrafändringar.
- Bägge VHF:erna bör placeras inom räckhåll från både nav- och co-navplatsen.
- Instrument som GPS och reglagen för vindrutetorkare skulle kunna placeras på en annan plats än i mittkonsolen.
- Loggboken bör vara lättillgänglig och en lösning kan vara ett utdragbart skrivbord vid navplatsen.
- Kontrollen för bogpropellern skulle kunna placeras i mittkonsolen för att undvika onödiga rörelser vid manövrering.

Vid CCR:

- Ett större benutrymme under konsolen med datorskärmarna.
- Samla instrument och larm för toppning av lasttankar för mer effektivt arbete.
- Användning av en ergonomiskt anpassningsbar kontorsstol.
- Ändra i utformningen eller layouten för en bättre sikt av lastdäck.
- Placera skärmar så att de inte ljuskontaminerar och stör på bryggan nattetid.
- Alternativt omforma CCR till en arbetsstation likt en kontorsplats.

5. DISKUSSION

5.1. Studiens betydelser

Vid utformning av system och produkter är det av stor vikt att slutanvändaren involveras under utvecklingsarbetet. Att inte involvera slutanvändare under utvecklingsarbetet kan leda till att *work as imagine* och *work as done* hamnar långt ifrån varandra. Blir skillnaden för stor mellan *work as imagine* och *work as done* riskerar det att ge produkter som inte fungerar optimalt tillsammans med den tänkta slutanvändaren (Hollnagel, 2012). För att kunna implementera arbetsmässigt effektiva och ergonomiska lösningar krävs det att brygglayouten analyseras. För bäst resultat behöver detta göras ihop med de befäl som förväntas arbeta ombord.

I avsnitt 2.5 beskrivs processen för hur *human centered design* bör användas där slutanvändare involveras för att generera designlösningar. Processen innefattar vanligtvis fyra faser. Faserna går ut på att förstå användarsammanhanget, specificera kraven, producera designlösningar och utvärdera designen gentemot kraven. Genom dessa faser kan slutanvändaren påverka och bidra till att viktiga faktorer tas med vid utvecklingen av en produkt eller system, se Figur 2 (ISO, 2019).

Att som i denna studie använda metoder som skalmodeller och fokusgrupper vid genomförandet var både kostnads- och tidseffektivt. Resultatet från fokusgrupperna visar att deltagarna identifierade och beskrev de olika faserna i *human centered design* och föreslog nya designlösningar. Förslagen på designlösningar utvärderades genom att deltagarna diskuterade de olika förslagens för- och nackdelar. Denna studie visar hur man, relativt enkelt, kan få slutanvändare involverade vid bryggdesignen samt värdet av detta. Att involvera slutanvändaren går i linje med etablerade standarder och tidigare forskning. (ISO, 2019; Mallam, 2016; Österman m.fl., 2016).

Resultatet från studien gav flera uppdaterade förslag på brygglayouter. De metoder som använts i studien fångade upp slutanvändarnas åsikter och öppnade upp för en diskussion kring ändringar som skulle kunna förbättra effektiviteten, ergonomin samt öka säkerheten för arbetet på bryggan. Designförslagen som lämnades var resultatet av de faktorer som identifierats som försvårande i arbetet som OOW. I och med att identifiera dessa faktorer och lämna förslag skapas möjlighet att minska diskrepansen mellan *work as imagine* och *work as done*.

Genom att analysera brygglayouter före byggnation kan viktiga justeringar göras som en del av konstruktionsarbetet. I stället för att behöva implementera ändringar på en redan byggd brygga kan kostnader som uppkommer vid ombyggnation eller eftermontering undvikas och en brygglayout som är mer effektiv erhålls.

5.2. Resultatdiskussion

I studien som genomförts visade det sig att varken 3D- eller GA-ritningar var för sig var tillräckligt detaljerade för att kunna bygga en representativ skalmodell av bryggan. Det varv som bygger fartygsserien som användes i fallstudien arbetar uteslutande i 3D-modell. GA-ritningar tas endast fram efter specifik förfrågan. Därmed finns det en skillnad mellan vilket underlag som prioriteras vid byggnation och det ritningsunderlag som behövdes för att kunna

bygga skalmodellerna. För att kunna bygga skalmodellerna i den här studien och placera ut nödvändiga instrument behövde 3D-ritningar kompletteras med GA-ritningar. Det som främst saknades hos GA-ritningarna var panelernas mått och geometriska former. Att enbart använda en sorts ritning är sällan tillräckligt vilket även uppmärksammats i tidigare forskning där man endast utgick ifrån GA-ritningar över maskinrummet och utifrån dessa behövde skapa en 3D-miljö för att kunna göra relevanta ergonomiska analyser (Mallam, 2016).

Det visade sig också att en geometriskt väl representerad skalmodell var något flera deltagare uttryckligen poängterade var till stor hjälp för att kunna visualisera och tänka sig in i scenarierna samt ökade den rumsliga uppfattningen. Geometrisk utformning och panelernas placering i rummet gör det möjligt att utvärdera ergonomiska principer och placera relevanta instrument inom syn och räckhåll. Den geometriska utformningen hos till exempel mittkonsolen var i denna studie en komponent som diskuterades av samtliga fokusgrupper. Därför visade det sig vara viktigt att få mittkonsolen geometriskt väl representerad i skalmodellen. Detta gav deltagarna förutsättningar till att diskutera olika begränsningar av sikten till de olika instrumenten.

Under genomförandet av studien visade det sig att modellen skapade förutsättningar för deltagarna att tänka sig in arbetet på bryggan. Utifrån modellen kunde deltagarna resonera sig fram till vilka instrument de ville flytta för att få instrumentgrupper för olika funktioner samlade och inom räckhåll för de arbetsmoment som ska utföras. Deltagarna uppmärksammade att när ett instrument flyttades från en position till en annan fick ett annat instrument inte längre plats. Det resulterade i att deltagarna på eget initiativ resonerade vidare vilka instrument som är viktiga ha nära till hands. Som exempel kan reglagen för vindrutetorkare nämnas, som i den ursprungliga designen var placerad i mittkonsolen. Det är således nödvändigt att prioritera och placera de viktigaste instrumenten närmst användaren (Österman m.fl., 2016).

En annan faktor som deltagarna effektivt uppmärksammade och såg som ett problem var mittkonsolen som genom sin utformning påverkade sikten. Att kunna se och utläsa information från viktiga instrument är nödvändigt för att navigatören ska få förutsättningar till att kunna skapa en bra *situation awareness* (Endsley, 1995; Sharma m.fl., 2019). Påverkas navigatörens *situation awareness* negativt skulle det kunna leda till säkerhetsrisker vid framförandet av fartyget. Med skalmodellerna som underlag diskuterade sig fokusgrupperna fram till vilka förändringar i designen de tyckte skulle lösa problemen som påverkade *situation awareness*.

Ytterligare förslag som framfördes var förändringar av instrumentplaceringen i mittkonsolen. Deltagarna föreslog att larmpanelen skulle placeras så att den blir synlig från båda navigationsplatserna. Vidare föreslog deltagarna att placera maskintelegrafan och displayen för maskin och bränsleförbrukning tillsammans för att undvika onödiga förflyttningar. Deltagarna samlade också bryggans VFH:er för att göra de tillgängliga från bägge navigationsplatserna. Genom att på detta sätt skapa en länkanalys är det möjligt att effektivt finna brister i designen och således åtgärda dessa. Länkanalysens potential har visats i tidigare forskning av Mallam (2016) där han med länkanalys effektivt hittade möjligheter till förbättring kring ergonomi i maskinrummet.

Samtliga fokusgrupper var införstådda i problematiken kring att fartygsbesättningar består av sjömän från olika nationaliteter och kön. Den spridda demografin hos besättningen ombord påverkar antropometriska faktorer som gör att miljön sällan är optimal för hela besättningen

(Herttua m.fl., 2021; Kozey m.fl., 2009). För deltagarna var det därför en självklarhet att det skulle finnas anpassningsbar utrustning på bryggan, till exempel justerbara stolar vid CCR och stolar som går att skjuta undan vid navigationsplatserna. Ergonomisk justerbar utrustning är något som är väl etablerat och ses som en självklarhet i andra branscher (Klitzman & Stellman, 1989). Justerbar utrustning är något som enkelt bör kunna tillämpas även inom sjöfarten, vilket skulle resultera till en förhöjd ergonomisk standard för sjömän. Det finns etablerade antropometrisk principer för hur arbetsstationer på arbetsplatser bör utformas (Pheasant, 2003), vilka även skulle kunna appliceras i denna design.

Resultatet från studien visar på vikten av att lyfta in *work as done* i designprocessen och att detta endast uppnås om slutanvändarna, i detta fall bryggbefälen, involveras i processen.

5.3. Metoddiskussion

Fokusgrupperna i studien bestod av tre olika grupper. En med aktiva styrmän på tankfartyg, en med sjökaptensstudenter med erfarenhet från tankfartyg och en med lärare på sjöfartsutbildningen. Resultatet från studien visade på att gruppernas diskussionsfokus skiljde sig åt. Gruppen med tankstyrmän och gruppen med studenter diskuterade huvudsakligen utifrån perspektivet hur de själva hade velat se förändringar på brygglayouten. Lärargruppen diskuterade mer övergripande utifrån perspektivet hur styrmän normalt arbetar på bryggan.

Scenario 1 och 2 var de två scenarier där arbetsuppgiften styrdes till att deltagarna fick en tydlig arbetsuppgift och en beskrivning av vilka arbetsmoment som förväntades genomföras. De två första scenarierna resulterade därför i nya layouter som tog mindre hänsyn till andra arbetsuppgifter som kan vara aktuella på bryggan. Scenario 3 utformades så att deltagarna mer öppet fick diskutera hur de såg på arbetsuppgifterna i CCR utifrån den presenterade brygglayouten. Resultatet från scenario 3 gav därför layouter som i större utsträckning anpassades utifrån en mer generell syn på CCR där fokusgruppen behandlade flera olika arbetsmoment och arbetsuppgifter. Det går att se skillnader i resultaten som presenterades utifrån hur scenarierna hade utformats. Ett styrt scenario tenderar att generera resultat på detaljnivå, till exempel var instrumenten ska placeras. Ett öppet scenario får in fler perspektiv och sammanhang som påverkar den övergripande utformningen.

Det är viktigt att notera att arbetet på bryggan är betydligt mer komplext och sträcker sig bortom de tre specifika scenarierna som presenterats i studien. Scenarierna i studien utformades utifrån författarnas egna erfarenheter som styrktes av ett möte med ett fartygsbefäl. Trots att scenarierna var framtagna för att övergripande återspegla arbetet på bryggan fokuserade de i studien på enskilda arbetsstationer och skulle därför kunna utvidgas för att inkludera samtliga arbetsmoment. Arbetet på bryggan involverar även situationer där flera arbetsstationer samtidigt behövs för att utföra uppgifter. Det bör vidare undersökas hur olika arbetsstationer på bryggan interagerar för att effektivt hantera och lösa komplexa uppgifter.

I den här studien användes mindre fokusgrupper med två deltagare i varje grupp. Hur stor en fokusgrupp bör vara styrs till stor del av komplexiteten i de uppgifter som skall analyseras (Morris Hargreaves McIntyre, u.å.). Arbetet på fartygsbryggor har av författarna till den här studien definierats ha hög komplexitet. Den höga komplexiteten motiverade valet av en mindre storlek på fokusgrupperna som deltog. Diskussionerna som fördes under arbetet tillsammans

med fokusgrupperna hade kunnat få ett bredare omfång med större grupper. Det var dock tydligt att större grupper som förespråkas av Wibeck m.fl. (2007) för uppgiftsanalyser av lägre komplexitet, skulle kunna försvåra kring att få alla deltagare inkluderade i diskussionerna och nå konsensus om förslag till nya layouter. I kommande studier finns därför ett värde att undersöka hur större fokusgrupper inverkar på diskussionerna och resulterande layoutförslag.

Sammansättningen av grupperna visade att skillnader i gruppkonstellationer kan leda till olika karaktär hos de diskussioner som fördes. Vissa skillnader skulle kunna bero på deltagarnas erfarenhet och bakgrund, men det kan även vara individuella skillnader och intresse för frågorna som diskuterades. Studien som presenteras i denna rapport består av ett för litet antal grupper för att kunna särskilja orsakerna bakom skillnaderna i hur diskussionerna fördes. Vilka effekter som demografiska skillnader kan ha för resultatet behöver därför studeras vidare eftersom det kan inverka på vad som fångas upp och vilka förslag på förbättringar som lämnas av de olika fokusgrupperna.

När en design analyseras utifrån processerna i *human centered design* och *work as imagine/work as done* bör processen vara iterativ. Det innebär att nya designförslag kontinuerligt bör testas och bearbetas med kontinuerlig återkoppling från slutanvändaren (Dekker, 2006; ISO, 2019). Genomförandet av den här studien omfattade endast ett tillfälle per fokusgrupp där deltagarna fick ge feedback på den befintliga designen. För att skapa en mer ergonomisk och effektiv arbetsmiljö på bryggan behöver man använda en iterativ designprocess med fokus på användarna. Fler fokusgrupper med nya scenarion och uppgifter hade kunnat ge värdefull information och bidragit till att minska gapet mellan *work as imagine* och *work as done*.

6. SLUTSATSER

Studien visar att man med mycket enkla medel kan testa och justera bryggans utformning på ett sätt som effektiviserar och förenklar bryggbefälens arbete. Genom att använda redan framtaget ritnings- och modellunderlag kan enkla skalmodeller tas fram. Skalmodellerna skapar en effektiv plattform att, tillsammans med slutanvändaren, utvärdera brygglayouter och på så sätt ta fram nya förslag som bättre lämpar sig för det verkliga bryggarbetet.

Med fokusgrupper som grund går det att ta fram förslag till ändringar i bryggans layout och var instrument placeras. Förslagen bidrar till att utforma en fartygsbrygga som är mer anpassad för slutanvändaren.

6.1. Rekommendationer till fortsatt arbete

Baserat på resultat och slutsatserna i denna studie rekommenderas följande ämnen till fortsatt arbete:

- De uppdaterade brygglayouter som tagits fram bör utvärderas vidare där förslagen från denna studie testas med andra relevanta uppgiftsscenarier. Detta för att undersöka hur förslagen fungerar för samtliga arbetsuppgifter på bryggan.
- Ytterligare scenarier om simultan användning av flera arbetsstationer på bryggan bör undersökas, såsom arbetsuppgifter som inkluderar till exempel både navigationsplatsen och GMDSS-stationen.
- Effekten av sammansättningen av fokusgrupper kan studeras med hänsyn till hur individer påverkar resultatet och diskussionerna som förs. Flera grupper med samma demografi kan studeras för att undersöka om individuella faktorer för olika gruppmedlemmar påverkar utfallet. Även storleken på fokusgrupperna kan undersökas för att se om större grupper resulterar i effektivare framtagning av nya förslag.
- Olika metoder för att presentera bryggans utformning kan studeras såsom 3D-printade modeller och VR.

KÄLLFÖRTECKNING

- Aylward, K., Weber, R., Man, Y., Lundh, M., & Mackinnon, S. N. (2020). "Are you planning to follow your route?" The effect of route exchange on decision making, trust, and safety. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/JMSE8040280>
- Bligård, L. O., Berlin, C., & Österman, C. (2018). The power of the dollhouse: Comparing the use of full-scale, 1:16-scale and virtual 3D-models for user evaluation of workstation design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 68, 344–354. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.09.005>
- Boring, R. L., Joe, J. C., Ulrich, T. A., & Lew, R. T. (2014). Early-stage design and evaluation for nuclear power plant control room upgrades. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2014-January, 1909–1913. <https://doi.org/10.1177/1541931214581399>
- Braithwaite, J., Wears, R. L., & Hollnagel, E. (2016a). Methods and Solutions. I J. Braithwaite, R. L. Wears, & E. Hollnagel (Red.), *Resilient Health Care* (Vol. 3, s. 129–141). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315366838>
- Braithwaite, J., Wears, R. L., & Hollnagel, E. (2016b). Preface. I J. Braithwaite, R. L. Wears, & E. Hollnagel (Red.), *Resilient Health Care* (Vol. 3, s. vii–ix). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315366838>
- Brännmark, M., Eklund, J., Håkansson, M., & Vogel, K. (2012). *Kunskapsöversikt Belastningsergonomiska studier utifrån ett produktions- och systemperspektiv – interventioner, verksamhetseffekter och konsekvenser*. (Rapport 2012:1). Arbetsmiljöverket. <https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/kunskapssammanstallningar/belastningsergonomiska-studier-utifran-ett-produktions-och-systemperspektiv-kunskapssammanstallningar-rap-2012-1.pdf>
- CAP. (2016). *Workplace Ergonomics Reference Guide 3rd Edition*.
- Caplan, S. (1990). Using focus group methodology for ergonomic design. *Ergonomics*, 33(5), 527–533. <https://doi.org/10.1080/00140139008927160>
- Celik, M., & Cebi, S. (2009). Analytical HFACS for investigating human errors in shipping accidents. *Accident Analysis & Prevention*, 41(1), 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.09.004>
- Charters, E. (2003). The Use of Think-aloud Methods in Qualitative Research An Introduction to Think-aloud Methods. *Brock Education Journal*, 12(2). <https://doi.org/10.26522/brocked.v12i2.38>
- Conceição, V., Carmo, M. B., Dahlman, J., & Ferreira, A. (2018). Visualization in Maritime Navigation: A Critical Review. I N. A. Stanton (Red.), *Advances in Human Aspects of Transportation* (s. 199–212). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60441-1_20

- Cook, C. J., & Kothiyal, K. (1998). Influence of mouse position on muscular activity in the neck, shoulder and arm in computer users. *Applied Ergonomics*, 29(6), 439–443. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(98\)00008-8](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(98)00008-8)
- Costa, N. A. (2018). *Human-centred design for maritime technology and organizational change*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13740.51843>
- Dekker, S. (2006). *Resilience Engineering: Chronicling the Emergence of Confused Consensus* (s. 86–90). <https://doi.org/10.1201/9781315605685-11>
- Endsley, M. R. (1988). Design and Evaluation for Situation Awareness Enhancement. *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting*, 32(2), 97–101. <https://doi.org/10.1177/154193128803200221>
- Endsley, M. R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1), 32–64. <https://doi.org/10.1518/001872095779049543>
- Erik Thun Group. (2023). *Press release Erik Thun Group Orders Eight New Vessels*.
- European Union. (2012). *Project Horizon – a wake-up call, Research report 2012*. www.project-horizon.eu
- Ferguson, D., & Duncan, J. (1974). Keyboard Design and Operating Posture. *Ergonomics*, 17(6), 731–744. <https://doi.org/10.1080/00140137408931420>
- Forsell, K., Hageberg, S., & Nilsson, R. (2007). Lung cancer and mesothelioma among engine room crew - case reports with risk assessment of previous and ongoing exposure to carcinogens. *International maritime health*, 58(1–4), 5–13. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18350972>
- Gale, P. A. (2003). The Ship Design Process. I *Ship design and construction*. Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Gerring, J. (2004). What Is a Case Study and What Is It Good for? *American Political Science Review*, 98(2). <https://doi.org/10.1017/S0003055404001182>
- Gilbreth, F. B., & Gilbreth, L. M. (1917). *Applied motion study : a collection of papers on the efficient method to industrial preparedness*. Macmillan. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000798033520512.bib?lang=en>
- Hall-Andersen, L. B., & Broberg, O. (2013). *Integrating ergonomics into engineering design: The role of objects*. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.09.002>
- Hanson, L., Sperling, L., Gard, G., Ipsen, S., & Olivares Vergara, C. (2009). Swedish anthropometrics for product and workplace design. *Applied Ergonomics*, 40(4), 797–806. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.08.007>
- Hendrick, H. W. (2003). Determining the cost-benefits of ergonomics projects and factors that lead to their success. *Applied Ergonomics*, 34(5), 419–427. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(03\)00062-0](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(03)00062-0)

- Herttua, K., Vork, J., & Nielsen, J. B. (2021). Associations of age, occupation and nationality of seafarers with risk of evacuations at sea: A register-based study on Danish-flagged merchant ships. *Marine Policy*, *130*. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103989>
- Hollnagel, E. (2012, januari). *Resilience engineering and the systemic view of safety at work: Why work-as-done is not the same as work-asimagined*.
- Hsieh, H. F., & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, *15*(9), 1277–1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- IEA. (u.å.). *What Is Ergonomics (HFE)? International Ergonomics Association (IEA)*. Hämtad 16 februari 2024, från <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>
- IMO. (1974). Regulation 15 - Principles Relating to Bridge Design, Design and Arrangement of Navigational Systems and Equipment and Bridge Procedures. I *Safety of life at sea (SOLAS)*.
- IMO. (1978). Standards regarding the Master and Deck Department. I *Standards of Training, Certification and Watchkeeping (STCW) for Seafarers* (2012:e uppl.).
- IMO. (2000). *MSC/Circ.982 Guidelines on Ergonomic Criteria for Bridge Equipment and Layout*.
- IMO. (2010a). *SN.1 Circ.288 Guidelines for Bridge Equipment and Systems, their Arrangement and Integration (BES)*.
- IMO. (2010b). Standards regarding Special Training Requirements for Personnel on Certain Types of Ships. I *Standards of Training, Certification, and Watchkeeping for Seafarers (STCW)*.
- ISO. (2019). *Ergonomics of human-system interaction Part 210: Human-centred design for interactive systems (ISO 9241-210:2019)*. Geneva: International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/77520.html>
- Karwowski, W. (2005). Ergonomics and human factors: The paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. *Ergonomics*, *48*(5), 436–463. <https://doi.org/10.1080/00140130400029167>
- Klitzman, S., & Stellman, J. M. (1989). The impact of the physical environment on the psychological well-being of office workers. *Social Science & Medicine*, *29*(6), 733–742. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(89\)90153-6](https://doi.org/10.1016/0277-9536(89)90153-6)
- Kozey, J. W., Brooks, C. J., Dewey, S. L., Brown, R. C., Howard, K. A., Drover, D., MacKinnon, S., & McCabe, J. (2009). Effects of human anthropometry and personal protective equipment on space requirements. *Occupational Ergonomics*, *8*(2–3), 67–79. <https://doi.org/10.3233/OER-2009-0160>
- Licht, D. M., Polzella, D. J., Boff, K. R., & Armstrong, H. G. (1989). *Human Factors, Ergonomics, and Human Factors Engineering: An Analysis of Definitions*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4367.3365>

- Luo, M., & Shin, S.-H. (2019). Half-century research developments in maritime accidents: Future directions. *Accident Analysis and Prevention*, *123*, 448–460. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.04.010>
- Lützhöft, Margareta. (2004). *The technology is great when it works : maritime technology and human integration of the Ship's Bridge*.
- Mallam, S. (2016). *Distributed Participatory Design in Multidisciplinary Engineering Projects: Investigating a Sustainable Approach for Ship Design & Construction*.
- Morris Hargreaves McIntyre. (u.å.). *How many people does it take to make a focus group?* Hämtad 19 februari 2024, från <https://www.mhminsight.com/how-many-people-does-it-take-to-make-a-focus-group/>
- Pheasant, S. (2003). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work* (2:a uppl.). Taylor & Francis.
- Price, B. (1989). Frank and Lillian Gilbreth and the Manufacture and Marketing of Motion Study, 1908-1924. *Business and Economic History*, *18*, 88–98. <http://www.jstor.org/stable/23702885>
- Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Blanco-Fernandez, J., Sandoval-Quintanilla, J. D., Jiménez-Macías, E., & García-Alcaraz, J. L. (2020). Work standardization and anthropometric workstation design as an integrated approach to sustainable workplaces in the manufacturing industry. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(9). <https://doi.org/10.3390/su12093728>
- Robertson, M., Amick, B. C., DeRango, K., Rooney, T., Bazzani, L., Harrist, R., & Moore, A. (2009). The effects of an office ergonomics training and chair intervention on worker knowledge, behavior and musculoskeletal risk. *Applied Ergonomics*, *40*(1), 124–135. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2007.12.009>
- Robertson, M., Ciriello, V. M., & Garabet, A. M. (2013). Office ergonomics training and a sit-stand workstation: Effects on musculoskeletal and visual symptoms and performance of office workers. *Applied Ergonomics*, *44*(1), 73–85. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.05.001>
- Schröder-Hinrichs, J. U., Hollnagel, E., & Baldauf, M. (2012). From Titanic to Costa Concordia-a century of lessons not learned. *WMU Journal of Maritime Affairs*, *11*(2), 151–167. <https://doi.org/10.1007/s13437-012-0032-3>
- Sharma, A., Nazir, S., & Ernstsen, J. (2019). Situation awareness information requirements for maritime navigation: A goal directed task analysis. *Safety Science*, *120*, 745–752. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.08.016>
- Skřehot, P., Marek, J., & Houser, F. (2016). Ergonomic aspects in control rooms. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, *18*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2016.1159356>
- Stanton, N. A., Salmon, P., Jenkins, D., & Walker, G. (2009). *Human Factors in the Design and Evaluation of Central Control Room Operations*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781439809921>

- Stanton, N. A., Salmon, P. M., Rafferty, L. A., Walker, G. H., Baber, C., & Jenkins, D. P. (2013). *Human Factors Methods*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315587394>
- Susihono, W., Ariesca, -, & Lady, L. (2021). Implementation of Ergonomic-Based Work Procedures Reducing Complaints of Postural Stress and Work Fatigue Resulting in Increased Employee Income and Company Profit. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 11(1), 150–157. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.11.1.11046>
- Transportstyrelsen. (2023). *Säkerhetsöversikt sjöfart 2022*. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/publikationer-och-rapporter/rapporter/sjofart/sakerhetsoversikt-sjofart-2022/>
- van de Merwe, F., Kähler, N., & Securius, P. (2016). Crew-centred Design of Ships – The CyClaDes Project. *Transportation Research Procedia*, 14, 1611–1620. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.126>
- Wibeck, V., Dahlgren, E. M., & Öberg, A. G. (2007). Learning in focus groups: An analytical dimension for enhancing focus group research. *Qualitative Research*, 7(2), 249–267. <https://doi.org/10.1177/1468794107076023>
- Wickens, C. D., Gordon, S. E., & Liu, Yili. (1998). *An introduction to human factors engineering*. Longman.
- Wilson, J. R. (2000). *Fundamentals of ergonomics in theory and practice*.
- Österman, C. (2013). *Gransking av ritningar ur ett arbetsmiljöperspektiv*.
- Österman, C., Berlin, C., & Bligård, L. O. (2016). Involving users in a ship bridge re-design process using scenarios and mock-up models. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 53, 236–244. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.02.008>

INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2024

www.chalmers.se



CHALMERS