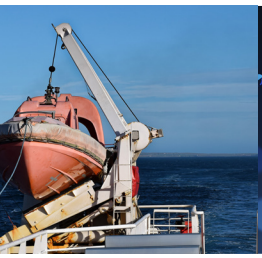
LIGHTHOUSE



LIGHTHOUSE REPORTS

XR för maritim säkerhetsträning







En förstudie genomförd inom Trafikverkets branschprogram Hållbar sjöfart, drivet av Lighthouse, publicerad i oktober 2026

www.lighthouse.nu

LIGHTHOUSE
SWEDISH MARITIME COMPETENCE CENTRE

Projekttitel

XR för maritim säkerhetsträning

Författare
Staffan Bram, RISE Research Institutes of Sweden

Fredrick Ekman, Chalmers University of Technology

I samarbete med
Christian Andersson & Philip Forss, Öresundslinjen

Matilda Arnsby & Roger Hansson, Ventrafiken

Jaana Nykänen, Rasmus Ljunggren & Nils Andreasson, Divine Robot

Summary

The pre-study "**XR for Maritime Safety Training**" investigated how extended reality (XR) technologies – Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), and Mixed Reality (MR) – can benefit safety training in Swedish shipping companies. The motivation for the project arose from the researchers' previous interactions with crews working for Swedish shipping companies. The time available for training is limited, it can be difficult to achieve a sufficient degree of realism, and significant demands are placed on officers to develop new, effective, and engaging exercises. The aim was to investigate XR from both an educational and organizational perspective, as well as to provide a technical and organizational basis for future research and development efforts.

The study was conducted as a collaborative project involving RISE, Chalmers University of Technology, two ferry operators, and an XR developer. The work comprised a literature review and three study visits to the XR developer Divine Robot, Ventrafiken, and Öresundslinjen. The study visits gave participants the opportunity both to experience XR technology and to examine the shipping companies' actual working environments, risks, and training needs. The project concluded with a workshop where the participants identified and developed potential XR-based use cases and discussed barriers and enabling factors for practical implementation. The material from the study visits and workshop was analyzed through thematic coding, focusing on use cases, end users, advantages and disadvantages, and implementation issues.

The literature review indicates that XR has the potential to become a valuable complement to traditional safety training. The technology enables safe and flexible training of hazardous, complex, and infrequently occurring situations, and can facilitate repetition, individualized training, and training regardless of time and location. The research also indicates potential benefits in terms of engagement, motivation, and sense of presence. At the same time, findings regarding the actual learning effects are mixed: several studies demonstrate improvements, while larger studies often report results comparable to those of traditional methods. The effectiveness therefore depends largely on how the training is pedagogically designed.

The project participants were consistently positive towards XR and identified a large number of potential training areas, including fire, evacuation, collisions, lifeboats, mooring, risk awareness, communication, and crowd management. New and temporary personnel were highlighted as a particularly important target group. A key conclusion is that XR should be introduced gradually and integrated with existing training rather than replacing practical exercises. Successful implementation requires clear organizational support, defined responsibilities, adaptation to operational activities, and a sustainable economic model.

In summary, the study indicates that XR can strengthen maritime safety training in Sweden, particularly by making training more accessible, varied, safe, and realistic. At the same time, continued development needs to focus on pedagogical quality, realism, usability, and long-term implementation.

Sammanfattning

Förstudien **”XR för maritim säkerhetsträning”** undersökte hur extended reality-tekniker (XR) – Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) och Mixed Reality (MR) – kan gynna säkerhetsträningen hos svenska rederier. Motivationen till projektet låg hos forskarnas tidigare kontakter med besättningar hos svenska rederier. Tiden som finns tillgänglig för träning är begränsad, det kan vara svårt att nå en tillräckligt hög grad av realism, och det ställer stora krav på befälen att utveckla nya effektiva och stimulerande övningar. Syftet var att undersöka XR ur både ett pedagogiskt och organisatoriskt perspektiv samt ta fram tekniska och organisatoriska underlag för framtida forsknings- och utvecklingsinsatser.

Studien genomfördes som ett samverkansprojekt mellan RISE, Chalmers, två färjerederier och en XR-utvecklare. Arbetet omfattade en litteraturstudie samt tre studiebesök hos XR-utvecklaren Divine Robot, Ventrafiken och Öresundslinjen. Studiebesöken gav deltagarna möjlighet att både uppleva XR-teknik och studera rederiernas faktiska arbetsmiljöer, risker och träningsbehov. Projektet avslutades med en workshop där deltagarna identifierade och utvecklade möjliga XR-baserade användningsfall samt diskuterade hinder och möjliggörare för praktisk implementering. Materialet från studiebesök och workshop analyserades genom tematisk kodning med fokus på användningsfall, slutanvändare, fördelar och nackdelar samt implementeringsfrågor.

Litteraturstudien visar att XR har potential att bli ett värdefullt komplement till traditionell säkerhetsträning. Tekniken möjliggör säker och flexibel träning av riskfyllda, komplexa och sällan förekommande situationer, och kan underlätta repetition, individanpassning och träning när och var som helst. Forskningen visar även potentiella vinster i engagemang, motivation och närvarokänsla. Samtidigt är resultaten om själva lärandeeffekten blandade: flera studier visar förbättringar, medan större studier ofta visar resultat som är jämförbara med traditionella metoder. Effektiviteten beror därför i hög grad på hur träningen utformas pedagogiskt.

Projektets deltagare var genomgående positiva till XR och identifierade ett stort antal möjliga träningsmoment, bland annat brand, evakuering, kollisioner, livbåtar, förtöjning, riskmedvetenhet, kommunikation och crowd management. Ny och tillfällig personal lyftes fram som en särskilt viktig målgrupp. En central slutsats är att XR bör införas stegvis och integreras med befintlig träning snarare än ersätta praktiska övningar. En lyckad implementering kräver tydlig organisatorisk förankring, ansvar, anpassning till den operativa verksamheten och en hållbar ekonomisk modell.

Sammanfattningsvis pekar studien på att **XR kan stärka svensk maritim säkerhetsträning, framför allt genom att göra träningen mer tillgänglig, varierad, säker och realistisk**. Samtidigt behöver fortsatt utveckling fokusera på pedagogisk kvalitet, realism, användbarhet och långsiktig implementering.

Innehåll

1 Inledning 7
1.1 Bakgrund 7
1.2 Frågeställningar 9
2 Litteraturstudie 10
2.1 Fördelar 10
Inlärning 10
Säkerhet 11
Tillämpning 11
Engagemang 11
2.2 Nackdelar 12
Människa-maskininteraktion 12
Ekonomi 13
Metodologiska aspekter 13
2.3 Pedagogiska principer för effektiv XR-träning 13
Förutsättningar för lärande i XR 13
Anpassning till elevens behov och färdighetsnivå 14
Instruktion, feedback & bedömning 15
2.4 Maritima användningsfall för XR 15
Nödsituationsträning 15
Förebyggande träning 17
2.5 Summering 19
3 Metod 20
4 Resultat 23
4.1 Upplevda fördelar & nackdelar 23
4.2 Slutanvändare 24
4.3 Framgångsfaktorer för implementering 24
En genomtänkt införandestrategi 25
Anpassning till operativ kontext 25
Ekonomisk modell 26
4.4 Identifierade träningsmoment 26
Tekniska kunskaper 27
Icke-tekniska kunskaper 28
5 Diskussion & slutsatser 31
6 Referenser 35

7 Appendix 39
7.1 Användningsfall 1 - kommunikation 39
7.2 Användningsfall 2 – crowd management 40

1 Inledning

Syftet med förstudien ”XR för maritim säkerhetsträning” var att visa hur XR-tekniker (eXtended Reality) kan nyttiggöras och tillgängliggöras för svensk sjöfart. Stora olyckor i sjöfarten förknippas ofta med allvarliga konsekvenser, både för människor och miljö. Till skillnad från vid olyckor som inträffar på land kan det ibland dröja innan extern hjälp kan undsätta ett fartyg i nödläge. Därför tränas besättningarna ständigt i nödprocedurer enligt internationella och nationella regelverk. Men branschen befinner sig också i förändring. Dels sker ett generationsskifte där erfaren personal byts ut mot nyutbildade. Dels sker en teknisk utveckling, exempelvis mot nya drivmedel och lasttyper, som ställer nya krav på besättningens förmågor. På grund av detta behöver rederierna ständigt utveckla sina metoder för att utbilda personalen och förbereda dem på nödlägen. Här kan tekniker som XR komma att spela en viktig roll. Lighthouse-projektet ”VR till sjöss” (Forsström et al, 2018) visade att maritim säkerhetsträning kan dra flera fördelar av VR-teknik (Virtual Reality). Sedan dess har VR-lösningar blivit både billigare och kraftfullare, och många nya besläktade tekniker har nått marknaden under paraplynamnet XR.

Huvuddelen av projektet utgjordes av samverkansaktiviteter mellan ingående partners: Öresundslinjen, Ventrafiken, XR-utvecklaren Divine Robot, RISE och Chalmers. Under studiebesök hos de olika företagen kunde deltagarna byta erfarenheter och få insyn i varandras arbetsområden. Projektet avslutades med en workshop där deltagarna utvecklade ett antal användningsfall för XR och diskuterade vilka förutsättningar en praktisk implementering av XR-baserad säkerhetsträning kräver.

Kapitel 2 innehåller en litteraturstudie som beskriver forskningslitteraturen kring XR-baserat lärande och ett antal tidigare tillämpningar. Kapitel 3 redogör för metoderna som användes i projektets olika aktiviteter. Kapitel 4 innehåller resultaten från studiebesöken och den avslutande workshopen, inklusive en listning av möjliga användningsfall och två mer utvecklade exempel på hur XR-teknik kan användas. Kapitel 5 ger en summering och diskussion av resultaten.

1.1 Bakgrund

Lighthouse-studien ”VR till sjöss” visade på flera möjliga fördelar med att använda VR-teknik inom den maritima sektorn. Tekniken ger möjlighet till mängdträning och distansövning, den medger övning på farofyllda arbetsmoment, och den kan skapa engagemang. RISE har genomfört en rad projekt där de praktiska förutsättningarna för brandbekämpning och evakuering på fartyg har kartlagts (LeRoux et al, 2018; Bram, Millgård & Degerman, 2019; Bram et al, 2025). Ett tydligt resultat från projekten är att träningsverksamheten ombord ofta har begränsningar. Det kan vara ont om tid för övning i den dagliga driften och det är utmanande för befälen att skapa övningar med en tillräcklig variation och realism, dels för att tiden för förberedelser är begränsad, dels för att realistiska övningar kan utsätta besättningen för risker. Just sådana svårigheter kring säkerhetsträning skulle teknikerna under XR-paraplyet kunna bemöta. XR omfattar dock en mångfald olika tekniker, där alla har olika styrkor. Här följer en kort beskrivning av de olika tekniker som har diskuterats under projektets gång.

Virtual Reality (VR)

I VR utforskar användaren en virtuell värld genom VR-glasögon, ett headset med en inbyggd display och hörlurar. Glasögonen känner av användarens rörelser och ändrar bilden på displayen därefter, så att användaren upplever att han eller hon rör sig på riktigt i den virtuella miljön. VR kan kombineras med fysiska redskap som kan användas i den virtuella världen, se Figur 1 och 2. Med vissa tekniker behöver inga VR-glasögon användas. Istället bärs en sensor som känner av användares position, och den virtuella världen projiceras eller visas på skärmar runtom, se figur 2.



Figur 1 - VR kombinerat med ett fysiskt redskap i en jaktsimulator



Figur 2 - Bilden på skärmen ändrar vinkel när användaren rör sig i sidled. Redskapet användaren håller i fungerar som en ficklampa i den virtuella världen.

Augmented Reality (AR) och Mixed Reality (MR)

Det finns olika definitioner av AR och MR och hur begreppen förhåller sig till varandra. Enklast kan det uttryckas som att båda använder tekniker där information, virtuella föremål eller karaktärer överlagras på den verkliga världen, till exempel med hjälp av speciella glasögon eller på mobilskärmen.

I vissa fall finns det inget samspel mellan de virtuella objekten och miljön som använder rör sig i. I andra fall kan virtuella objekt reagera på händelser i den verkliga världen. Det skulle till exempel kunna vara ett digitalt föremål som placeras i rummet, och där användaren kan gå runt och betrakta föremålet från olika vinklar som om det fanns i verkligheten.



Figur 3 – Användning av AR-glasögon

Serious games

Med serious games avses spelliknande lösningar vars syfte är något annat än underhållning. Den här sortens spel använder vanligt förekommande element i datorspelvärlden såsom interaktivitet, belöningar och historieberättande för att uppnå lärandemål.

1.2 Frågeställningar

Syftet med förstudien var att undersöka hur XR kan nyttiggöras i maritim säkerhetsträning, både ur ett inlärningsperspektiv och ur ett organisatoriskt perspektiv. Målet med projektet var att presentera tekniska, ekonomiska och organisatoriska underlag som krävs för fördjupade forsknings- och utvecklingsstudier. Det omfattade följande områden:

Användningsfall: Välja och utveckla ett antal möjliga användningsfall för XR i samarbete med projektets partners.

Utlärning och inlärning: Klarlägga vilka aspekter av XR-träning som påverkar graden av inlärning och överförbarhet till verkligheten. Variabler för XR-träning med effekt på måluppfyllnad och kunskapsretention kartlades i forskningslitteraturen.

Implementering: Beskriva kriterier för implementering. Det här steget handlade om att utforska praktiska barriärer och möjliggörare för tekniken, exempelvis att hitta möjliga målgrupper, hur tekniken kan inlemmas i existerande träning, vilka krav tekniken ställer på slutanvändaren (t.ex. rederi) och hur tekniken kan tillgängliggöras.

Utvecklingskriterier: Dimensionera ett större projekt (teknisk utveckling, tidsåtgång och kostnader). Målet är att skapa underlag för ett projekt där VR-lösningar utvecklas som kan testas och utvärderas med slutanvändare.

2 Litteraturstudie

Litteraturstudien syftade till att identifiera vilka för- och nackdelar som är associerade med användningen av XR som hjälpmedel för träning, hur XR teknik påverkar in- och utlärning, samt relevanta användningsfall där XR har använts som verktyg för (i första hand maritim) säkerhetsträning.

Baserat på litteraturstudien identifierades fyra övergripande grupper av fördelar som relaterar till (i) inlärning, (ii) säkerhet, (iii) tillämpning samt (iv) engagemang samt tre grupper av nackdelar som relaterar till (i) människa-maskininteraktionen (MMI), (ii) ekonomi, samt (iii) metodologiska aspekter.

Vidare identifierades grundläggande pedagogiska principer för effektiv XR-träning.

Slutligen identifierades också ett antal användningsfall där XR i någon form (VR, AR och MR), har använts inom maritim säkerhetsträning. Dessa användningsfall kan delas in i två huvudgrupper, nämligen (i) nödsituationsträning och (ii) förebyggande träning.

I (i) nödsituationsträning återfinns tre undergrupper: (i) brandbekämpning, (ii) undervattensevakuering och (iii) nödmanöverprocedurer, och i (ii) förebyggande träning återfinns undergrupperna: (i) förtöjningsprocedurer, (ii) rengöring av tankerutrymmen/tankar, (iii) användning-och underhåll av livbåtar samt (iv) utforskning och inspektion.

2.1 Fördelar

Inlärning

Generellt har forskning rapporterat flera olika fördelar med att använda XR-teknik för träning, såsom kognitiva (deklarativ kunskap, minne), procedurella (inlärning av arbetssekvenser), motoriska (manuella färdigheter) och affektiva (t.ex. stresstålighet) (Stanney et al 2023). Det har också visat sig att XR kan bidra till en ökning i kunskapsupptag, kunskapsretention och prestation (Hoover & Winer 2021; Szóstak et al., 2024; Yang et al., 2023; Wahidi et al., 2022).

Till exempel visade en studie om rengöring och undersökning av fartygstankar att kadetter som använde VR i stället för traditionell klassrumsträning med lärare förbättrade sin prestation med nästan 26% (Miyusov et al., 2022). En annan studie, där man jämförde traditionell träning och VR för brandövningar, visade att inlärning genom VR förbättrade kunskapsupptaget med cirka 14 % (Wahidi et al., 2022).

Men även om vissa enskilda studier visar på förbättringar visar ett antal större studier snarare att XR är jämförbart med traditionella inlärningsmetoder när det kommer till kunskapsupptag, kunskapsretention och prestation (Stefan et al., 2023; Woodall et al., 2024). Som exempel visade en metastudie utförd av Kaplan et al. (2021) ingen större skillnad mellan XR och med träning i en icke simulerad kontrollmiljö. Vissa studier har även visat sämre läranderesultat vid användning av XR gentemot traditionella inlärningsmetoder. Till exempel genomförde Checa och Bustillo (2020) en litteraturstudie där endast 30% av de inkluderade studierna visade på lärandeförbättringar genom VR.

Det centrala här är dock att de skillnader i effektivitet som rapporteras ofta kan förklaras av hur tränings- och inlärningsaktiviteterna utformas. En återkommande faktor är att dessa aktiviteter ibland utvecklas utan en tydlig förankring i pedagogisk teori och

etablerad kunskap om lärande. Oavsett teknikval är det denna teoretiska grund, tillsammans med hur väl utbildningen möter elevernas behov, som i stor utsträckning avgör träningens kvalitet och effektivitet (se vidare i 2.3 Pedagogiska principer för effektiv XR-träning).

Säkerhet

En stor fördel med XR är att tekniken tillåter träning på farliga arbetsuppgifter, eller simulering av farofyllda miljöer, medan man samtidigt kan främja kunskapsupptaget genom aktiv involvering (Toyoda et al., 2022). Därför har XR fått uppmärksamhet inom den maritima sektorn för arbetsuppgifter så som brandsäkerhetsträning (Hamed-Ahmed et al., 2024), fartygsoperationer (Lauronen et al., 2021) och maritima nödlägen (Helal, 2022).

Förutom att minimera risk under träning kan XR också hjälpa till att förbereda individer inför övningar som kan vara skrämmande och svåra. Ett sådant exempel från litteraturen är VR-simulering av 'Helicopter Under Water Escape Training' (HUET)[1]. När HUET övas i bassäng kan upplevelsen vara obehaglig och desorienterande. VR har visat sig kunna bidra till ökad förberedelse och på så sätt minska ångest inför, samt minimera panik under det praktiska momentet (Helal, 2022).

Tillämpning

En annan fördel med XR-lösningar är hur kostnadseffektivt det kan vara i jämförelse med traditionella storskaliga övningar, eftersom det inte behövs skådespelare och/eller specialutrustning (Heldring et al., 2024). Det gäller särskilt om den vanliga övningen kräver att utrustningen ersätts efteråt, t.ex. brandsläckare vid brandövningar.

En annan fördel med XR-lösningar är att det stödjer "träning när som helst och var som helst", vilket minskar tidsmässiga och fysiska begränsningar (Makransky & Klingenberg, 2022). Detta är viktigt speciellt inom den maritima sektorn där fartygsbesättningar ibland är utspridda över stora geografiska ytor och till exempel bor i olika länder.

Slutligen möjliggör XR-tekniker till viss del individanpassad inlärning genom att låta den lärande i större grad ha kontroll över hur fort övningar och/eller uppgifter genomförs, till skillnad mot traditionella inlärningsmetoder som föreläsningar i klassrum (Makransky & Klingenberg, 2022). Med andra ord gör XR det lättare att repetera övningar och/eller uppgifter (Heldring et al., 2024) vilket i sin tur har positiva konsekvenser för kunskapsupptag.

Engagemang

Det rapporteras återkommande i litteraturen att XR-lösningar har stor potential att väcka intresse, vilket utgör ett viktigt första steg mot lärande. Samtidigt visar studier att XR även kan öka motivation och tillfredsställelse i lärandet (Makransky et al., 2019). Detta kan förklaras av teknikens förmåga att skapa närvarokänsla, vilket i sin tur underlättar memorering (Hernik & Jaworska, 2018; Makransky & Klingenberg, 2022)

Att närvarokänsla underlättar memorering och därmed lärande har bland annat visats i en studie genomförd av Yang et al. (2023), där samband mellan VR-egenskaper,

[1] Helikoptertransport till och från exempelvis oljeplattformar är riskfylld, och därför tränas hantering av en eventuell kraschlandning genom att ta sig ut ur en uppochnedvänd helikopter under vatten.

lärandeupplevelser och läranderesultat undersöktes. Studien visade att en förbättrad närvarokänsla korrelerade med både ökad lärandeeffekt och ökad tillfredsställelse med lärandet. Med andra ord är en positiv förändring i känslan av närvaro relaterad till förbättrade läranderesultat.

En möjlig förklaring till sambandet mellan närvarokänsla och lärande är att närvarokänsla ofta samvarierar med engagemang och motivation i träningssituationen. När träningsinnehållet upplevs som engagerande och stimulerande förbättras inkodningen av kunskap (Chittaro & Buttussi, 2015). XR-lösningar kan därför utformas för att medvetet stärka engagemanget och dra nytta av elevens känslomässiga respons, exempelvis genom *gamification*, där spelliknande moment och mekanismer integreras i träningen (Palmas & Klinker, 2020).

Slutligen visar forskning att XR-lösningar som hjälpmedel för träning och säkerhetsträning ökar deltagarens fokus i jämförelse med traditionella inlärningsmetoder som klassrumsinlärning, till exempel vid träning av tekniska färdigheter (Paananen et al., 2023; Poyade et al., 2021).

2.2 Nackdelar

Människa-maskininteraktion

Det finns primärt två typer av nackdelar kopplade till människa–maskin-interaktion. Dessa är båda relaterade till tekniken, men kan delas in i tekniska begränsningar hos systemen samt negativa användareffekter, exempelvis ergonomiska belastningar som orsakas av tekniken.

Det finns ett antal olika utmaningar med koppling till tekniska begränsningar hos XR-tekniken. Till exempel såg man i en studie av Lauronen et al. (2020) att träningspotentialen för bryggövningar på fartyg kan begränsas om inmatningsgränssnitt och visuell återgivning inte efterliknar verkliga förhållanden tillräckligt väl. En annan studie av Glujic et al. (2024) pekade också ut graden av realism som ett problem, i detta fallet för XR-simulerade bränder och rökutveckling på fartyg, men att exempelvis beräkningsfluiddynamiska brandmodeller skulle kunna förbättra realismen.

Vidare finns det en risk för att otympliga styr- och kontrollgränssnitt i XR-miljön, till exempel ’hand-tracking’ kontroller, riskerar att hindra naturliga och invanda arbetsrörelser, vilket kan leda till en begränsad överföring från träning till verklig tillämpning och i värsta fall till inlärning av felaktiga beteenden. Därtill kan otillräcklig visuell detaljrikedom försvåra uppfattningen av kritisk information och därmed minska träningens effektivitet (Lauronen et al., 2020).

Dessa utmaningar visar att XR-lösningar fortfarande har begränsningar i ekologisk validitet kopplade till både hård- och mjukvara, det vill säga hur väl systemen realistiskt återskapar verkliga arbetsmiljöer och kan fungera som tillförlitliga träningsmiljöer.

Ser man till negativa användareffekter såsom ergonomiska belastningar återkommer speciellt ett – åksjuka (cf. cyber sickness) (Hamed-Ahmed et al., 2024; Pitana et al., 2020; Souchet et al., 2023). Huvudvärk kan också orsakas på grund av att användaren är ovan vid att bära till exempel VR-glasögon, eller av låg bildkvalitet (Pitana et al., 2020). Slutligen finns det forskning som lyfter fram andra negativa aspekter, såsom muskeltrötthet och visuell trötthet under en längre tids användande (Souchet et al., 2023).

Ekonomi

Även om inköpet av en XR-lösning är befogat kan tekniken på sikt ändå utgöra en dyr investering. Det beror på att inköp av XR-lösningar för professionellt utbildnings- eller träningsbruk ofta medför så kallade overheadkostnader, såsom licenskostnader, utbildning i användning av XR-system, uppsättning, hantering av hård- och mjukvara, underhåll och reparationer, och support (Kavanagh et al., 2017). Dessutom behöver både lärare och elever utbildas för olika syften. Den här sortens kostnader beskrivs ibland som huvudskälen till den begränsade spridningen av XR inom utbildning.

Metodologiska aspekter

Ur ett metodologiskt perspektiv finns flera utmaningar kopplade till forskning och utvärdering av XR-baserade träningssystem. Två övergripande problem framträder särskilt tydligt: (i) den snabba teknikutvecklingen inom området samt (ii) den stora variationen mellan de XR-lösningar som används i både forskning och praktisk tillämpning.

När det gäller den teknikutvecklingen inom simulering och XR innebär denna att design, implementation och empirisk validering av träningssystem ofta sker långsammare än den faktiska innovationstakten. Detta skapar ett så kallat "moving target"-problem, där ett system riskerar att vara tekniskt föråldrat vid tidpunkten då dess träningseffekter har kunnat utvärderas på ett tillförlitligt sätt (Hancock & Hoffman, 2015). Konsekvensen blir att forskningsresultat ofta knyts starkt till specifika teknikgenerationer och därmed får begränsad giltighet över tid.

Ett bredare metodologiskt perspektiv kan ses i metaanalyser av XR-baserad träning, där målet är att sammanväga resultat från många enskilda studier. Kaplan et al. (2021) visar att det finns en betydande variation mellan studier avseende XR-teknik, hårdvaruplattformar, träningsuppgifter och träningsupplägg. Denna heterogenitet gör det svårt att jämföra studier direkt och försvårar generalisering av resultat.

2.3 Pedagogiska principer för effektiv XR-träning

Det kan finnas flera orsaker till varför organisationer överväger att använda XR-teknik för träning, till exempel att väcka engagemang, att utveckla mer komplexa färdigheter som samarbete eller problemlösning, eller att göra träningen mer tillgänglig för vissa målgrupper. När det gäller säkerhetsträning är de vanligaste drivkrafterna att kunna träna på scenarion som är för riskfyllda eller kostsamma att öva i verkligheten (Kaplan et al 2021).

Förutsättningar för lärande i XR

Som tidigare nämnts så finns det exempel från litteraturen där XR-baserad träning är teknikdriven och grundas inte uttryckligen i pedagogisk teori. XR-baserad träning ska baseras på elevernas behov (Kim & Jeong, 2023) och vara en del av ett övergripande pedagogiskt upplägg som tydligt beskriver teknikens bidrag och nytta (Stanney et al, 2023). Här ingår att identifiera de önskade resultaten (läromålen), att skapa ett ramverk för bedömning och att planera för instruktörens roll (Yang, Zhou & Radu. 2018).

Stanney et al (2023) presenterar ett ramverk för XR-träning i en artikel om färdighetsträning för tekniker på militära fartyg. I artikeln beskriver författarna hur olika teorier kan bidra till att dra nytta av tekniken – behavioristisk teori betonar förstärkning och vikten av feedback, kognitiv teori beskriver hur lärandet kan kopplas till kroppsliga upplevelser och kognitiv belastning, medan konstruktivistisk teori framhäver vikten av att elever aktivt upptäcker, strukturerar och omvandlar kunskaper.

De konstruktivistiska idéerna ligger också bakom David Kolb's teori om erfarenhetsbaserat lärande (Lowell & Tagare, 2023). Här beskrivs lärande som en iterativ process där reflektion spelar en central roll. Eleven agerar, reflekterar, generaliserar och konceptualiserar för att bygga kunskaper, en aktiv bearbetning av träningsinnehållet som kan underlättas av XR-teknik. XR-miljöer ger möjlighet till att repetera övningsmoment många gånger, men de kan också erbjuda en stor variation av scenarion och sammanhang för träningen, vilket gynnar överföringen av kunskap till nya problemsituationer (Lowell & Tagare, 2023).

Anpassning till elevens behov och färdighetsnivå

De rapporterade fördelarna med XR-träning är alltså många – virtuell träning kan öka motivationen hos eleverna, göra dem mer självdrivna och reflekterande i sitt lärande och låta dem repetera övningsmoment många gånger. Samtidigt, menar Stanney et al (2022), kräver XR-tekniken medvetna avvägningar. Mycket innehållsrika virtuella miljöer riskerar att leda till kognitiv överlastning vilket hämmar inlärningen. För att göra träningen effektiv behöver innehållet och metoderna anpassas till kunskapsnivån och behoven hos den individuella eleven (Ji et al, 2026).

I sin artikel om träning av fartygstekniker presenterar Stanney, Skinner och Hughes (2023) en *skill acquisition model*, en modell för hur XR-träning stegvis kan anpassas i takt med att elevens kunskaper växer. På novis-nivå fokuserar träningen på deklarativ kunskap (faktakunskap), till exempel att repetera arbetsprocedurer och att namnge system och komponenter. På nästa nivå har träningen ett större fokus på funktionella samband, exempelvis varför vissa åtgärder görs och hur tekniken fungerar. På högre nivåer introduceras en större variation, som en större mångfald av tekniska fel och mer stressande arbetsförhållanden. Samtidigt som träningsinnehållet blir alltmer avancerat introduceras nya XR-tekniker med ökande inlevelsegrad, från överlagring av teknisk information i den vanliga arbetsmiljön med hjälp av MR/AR-teknik till fullständigt virtuella miljöer (VR). Författarna betonar särskilt hur viktigt det är att lärandemål på olika färdighetsnivåer matchas med genomtänkta metod- och teknikval i den virtuella träningen.

I litteraturen finns det flera andra exempel på hur virtuella miljöer kan varieras för att uppfattas som mer eller mindre verklighetstrogna; fysiska aspekter (känsel, utseende, ljud, smak och lukt), funktionalitet (om saker fungerar som i verkligheten), psykologiska aspekter (trovärdigheten hos upplevelsen) och sociala aspekter (i vilken grad sociala relationer och samarbete replikeras) (Lowell & Tagare, 2023). Genom att påverka elevens känsla av inlevelse kan den utveckla sina förmågor under varierande och ibland stressande förhållanden. När eleven tvingas till att omvärdera situationen och sitt agerande ökar personens kunskapsrepertoar och förmåga till anpassning.

Att kunna utöva sina förmågor och kunskaper även i scenarion som är stressande eller skrämmande betonas särskilt inom vissa domäner, till exempel förberedande

säkerhetsträning på trafikflygplan (Chittaro & Buttussi, 2015) och i akutsjukvård (Alsaqer & Alhmoud, 2025).

Instruktion, feedback & bedömning

Feedback som anpassas till elevens nivå och som ges vid rätt ögonblick har en given roll i all pedagogisk verksamhet, och har visat sig lika viktig för träning med hjälp av XR-teknik (Stanney et al 2022, Chernikova et al., 2020). För att göra mest nytta ska feedback vara omedelbar och innehållet ska vara specifikt och exakt (Geisen & Klatt 2021). Det här är saker som kan vara enklare i XR-träning än i traditionell träning, eftersom tekniken ofta tillåter en hög grad av mätbarhet och observerbarhet.

En stor del av litteraturen om XR-baserad träning fokuserar på eleven som den viktigaste slutanvändaren, men även instruktörens behov behöver omhändertas för att XR-koncept ska bli långlivade. Det kan till exempel gälla möjligheten att observera, utvärdera resultat, ge feedback och att skapa varierade träningsscenarion (Kim et al, 2024), men också att uppdatera och underhålla tekniken långsiktigt (Meccawy, 2022).

Litteraturen ger flera exempel på hur feedback kan integreras både under och efter XR-baserad träning. Virtuella träningsplattformar bör låta instruktören övervaka elevens framsteg i realtid, ge omedelbar feedback och anpassa utlärningsstrategin utifrån elevens behov (Dunmoye et al, 2025). Att kunna backa i scenariot och spela upp händelser flera gånger låter eleven testa olika strategier och reflektera över resultaten (Minotti et al, 2025). I den virtuella träningsmiljön finns en rad möjligheter till att vägleda eleven och hålla uppe motivationen, till exempel visuella cues (markeringar, pilar, instruerande bilder och text) (Krajcovic, M. et al, 2021) och frågeprompter (Dunmoye et al, 2025). Flera försök har också gjorts med system för automatisk feedback, som exempelvis kan föreslå procedurer, uppmärksamma eleven på missade steg och sammanfatta träningsresultaten (Lindner et al, 2025). Mer avancerade system kan också tränas till att känna igen fysisk respons från eleven, som passivitet, felaktiga handlingar, kroppshållning eller ögonrörelser (Hoover & Winer, 2021).

Liksom i traditionell träning spelar också den övergripande strukturen för XR-träning stor roll. Träningen ska föregås av en session där man går igenom innehållet och målet med träningen, och följas av en debriefing där eleven ges återkoppling och kan reflektera över träningssessionen (Kim & Jeong, 2023). Att låta flera elever tillsammans diskutera träningsinnehållet och resultaten kan vara särskilt effektivt och träningsplattformen bör ha stöd för den sortens gemensamma genomgångar (Lowell & Tagare, 2023).

2.4 Maritima användningsfall för XR

Här följer först användningsfall där man utvärderat XR-lösningar för nödsituationsträning och förebyggande träning.

Nödsituationsträning

Brandbekämpning inom den maritima sektorn är ett återkommande användningsfall för utvärdering av XR-lösningar. Här presenteras kortfattat tre studier.

Liu et al. (2020) undersökte om VR kan återskapa psykologisk realism i form av känslor såsom stress och rädsla, samt en upplevelse av närvaro, i träningsscenarier med fokus på nödprocedurer kopplade till flytande naturgas (liquefied natural gas, LNG).

Användningsfallet bestod av en VR-baserad LNG brandbekämpnings- och nödsimuleringsmiljö där deltagarna, med hjälp av ett VR-headset, tränade på att följa etablerade nödprocedurer vid simulerade gasläckage- och brandscenarier. Den virtuella miljön var utformad för att efterlikna maritima LNG-relaterade arbetssituationer och inkluderade visuella och temporala faktorer som påverkar stress såsom begränsad sikt, eskalerande händelseförlopp och tidskritiska beslut. Utöver tekniska färdigheter möjliggjorde systemet även bedömning av icke-tekniska färdigheter såsom situationsmedvetenhet, vaksamhet och beslutsfattande under press. Resultaten visade att deltagarna upplevde VR-miljön som realistisk, trots att de var medvetna om att de befann sig i en virtuell värld. Träningsscenarierna framkallade nivåer av stress och rädsla som liknade de känslor som kan förväntas vid verkliga gasläckage- och brandhändelser. Sammantaget indikerar studiens resultat att VR kan återskapa centrala aspekter av psykologisk realism och närvaro, vilket är av stor relevans för maritim säkerhetsträning.

En annan studie av Hamed-Ahmed et al. (2024) hade som syfte att designa och utvärdera en spelbaserad VR-applikation för brandövningar och evakuering ombord på fartyg, med fokus på att träna och bedöma användares beslutsfattande och riskbedömning i enlighet med SOLAS. I övningarna hanterade användare olika brandscenarier ombord på fartyg (t.ex. maskinrum och byssa) med varierande brandintensitet och krav på beslut om brandbekämpning eller evakuering. VR-applikationen var uppbyggd som en spelbaserad och nivåindelad simulering där deltagarna, via ett VR-headset, navigerade i en virtuell fartygsmiljö och i realtid fattade beslut om exempelvis larmning, val av åtgärd, användning av släckutrustning samt utrymning baserat på brandens utveckling. Systemet loggade användarnas val, responstider och rörelsemönster för att möjliggöra analys av prestationsförmåga och riskbedömning. Resultaten visade att deltagare med erfarenhet av datorspel genomförde träningsuppgifterna snabbare än deltagare utan sådan erfarenhet. Studien indikerar även att deltagarna förbättrade sitt beslutsfattande vid bedömning av brandens allvarlighetsgrad och vid val mellan brandbekämpning och evakuering. Sammantaget tyder resultaten på att tidigare erfarenhet av spelbaserade interaktioner kan underlätta effektiv användning av VR-baserade brand- och evakueringsscenarier.

Slutligen presenterar Wahidi et al. (2022) en studie där syftet var att utveckla och utvärdera VR-baserad säkerhetsträning för varvsmiljöer, inklusive en analys av kostnadseffektivitet jämfört med konventionella träningsmetoder. Studien utgick från att traditionell säkerhetsträning på varv är resurskrävande och undersökte om VR kan utgöra ett mer kostnadseffektivt alternativ. Användningsfallet avsåg säkerhetsträning i varvsmiljö där en VR-baserad simulering utvecklades för utvalda moment. Den virtuella träningsmiljön omfattade användning av personlig skyddsutrustning (PPE), genomförande av brandövningar samt riskobservation och säkerhetsarbete i trånga utrymmen. Träningen genomfördes med VR-headset och handkontroller och valda moment representerade tre av totalt tio identifierade säkerhetsområden baserade på observerade behov inom varvsutbildning. Resultaten visade att VR-baserad säkerhetsträning kunde genomföras med avsevärt lägre kostnader än traditionell träning. Kostnadsanalysen indikerade en reducering av träningskostnaderna med cirka 68 %, samtidigt som deltagarnas teoretiska kunskaper inom arbetsmiljö och säkerhet förbättrades. Sammantaget pekar resultaten på att VR kan utgöra ett kostnadseffektivt komplement till säkerhetsträning i varvsmiljöer.

Undervattensevakueringsträning har också använt VR som ett komplement till traditionell klassrumsträning, som ett förberedande steg inför 'Helicopter Under Water Escape Training' (HUET). HUET är en övning som innebär att deltagare tränar på att ta sig ut ur en helikopter som har kraschat och hamnat upp och ned under vatten, i syfte att simulera en olycka vid transport till och/eller från oljeplattformar eller fartyg, vilket ofta är den mest riskfyllda delen av färden. Simuleringen genomförs genom att deltagarna sitter fastspända i en helikoptersimulator som därefter sänks ned och vänds upp och ned i en pool, varefter deltagarna ska ta sig loss och evakuera så effektivt och säkert som möjligt. I en studie av Helal (2022) med syftet att integrera VR i traditionell klassrumsundervisning inom maritim säkerhetsträning, med fokus på HUET, undersöktes om VR kunde förbättra inlärning och färdighetsutveckling, minska rädsla och stress inför den faktiska övningen samt bidra till att höja prestationsnivån under HUET-övningen. I användningsfallet av VR fick deltagarna ta del av videodemonstrationer inspelade med 3D-kamera innan den praktiska övningen, filmer som är inspelade ur elevperspektiv (från sätet i helikoptern) och visar korrekta procedurer samt typiska misstag som deltagare gör under HUET. Resultatet visade att VR-förberedelsen förbättrade inlärningen signifikant. Deltagarna visade en ökad förmåga att förutse kritiska moment och potentiella svårigheter under övningen, orienterade sig snabbare under vattnet och fattade sina beslut på ett mer kontrollerat sätt. Det visade sig dessutom att deltagarna uppvisade färre panikbeteenden och gjorde färre procedurfel, samt genomförde HUET-momenten på ett säkrare sätt.

Nödmanöverprocedurer har utvärderats med hjälp av VR som komplement till bryggsimulatorträning för nödmanöverprocedurer vid navigering av fartyg. Ett exempel är studien av Lauronen et al. (2021) som undersökte hur ett VR-baserat komplement till traditionell simulatorträning kan bidra till förbättrad inlärning. Studien fokuserade särskilt på att identifiera lärandeeffekter, användbarhet och genomförbarhet när VR används som ett komplement till etablerade bryggsimulatorer vid säkerhetskritiska manövrer. Användningsfallet omfattade träning i bryggoperationer och nödmanöverprocedurer, med särskilt fokus på nödstyrning. I det aktuella scenariot simulerades ett fel på den ordinarie styrningen från bryggan, vilket krävde att fartyget manövrerades manuellt från maskinrummet. Maskinrummet representerades som en VR-miljö som var tekniskt integrerad med en konventionell bryggsimulator, där kommunikationen mellan brygga och styrmaskinrum begränsades till ljudförbindelse (VHF-radio). Genom denna kombination möjliggjordes samordnad träning mellan flera roller i en mer komplex och realistisk nödsituation än vad traditionell simulatorträning ensam tillåter. Resultaten visade att VR-lösningen uppfattades som ett användbart verktyg för att komplettera bryggsimulering. Studien indikerar att VR-utvidgade simulatorer kan erbjuda mer omfattande och flexibla träningsscenarier utan behov av att bygga ytterligare fysiska miljöer, vilket gör lösningen kostnadseffektiv. Deltagare och instruktörer bedömde dessutom VR-integrationen som lämplig för maritim utbildning, särskilt för träning av sällan förekommande men säkerhetskritiska procedurer.

Förebyggande träning

I en studie av Makransky and Klingenberg (2022) undersöktes effekterna av att använda VR-simulering för träning av dynamisk riskbedömning under förtöjningsoperationer, i jämförelse med traditionell utbildning där deltagarna instruerades av en handledare.

Användningsfallet för VR bestod av en interaktiv simulering där deltagarna placerades i en realistiskt återgiven virtuell förtöjningsmiljö och fick ta del av ett pågående förtöjningsscenario med typiska riskmoment. I simuleringen tränade deltagarna på att uppmärksamma farliga situationer, identifiera potentiella risker kopplade till exempelvis positionering, utrustning och arbetsmoment samt fatta säkerhetsrelaterade beslut. I VR-miljön kunde deltagarna på ett säkert sätt exponeras för komplexa och riskfyllda situationer som annars är svåra att återskapa i verklig träning, samt repetera scenarier för att stärka inlärningen. Deltagare som tränade med VR-simulering rapporterade högre tillfredsställelse, ökad inneboende motivation och ett högre upplevt lärande jämfört med deltagare som fick personlig handledning. Sammantaget indikerar studien att VR-baserad träning för förtöjningsarbete kan bidra till förbättrade inlärningsresultat och fungera som ett effektivt verktyg för säkerhetsutbildning inom den maritima sektorn (Makransky & Klingenberg, 2022).

I en annan studie av Miyusov et al. (2022) undersöktes om VR-träning kan förbättra kvaliteten i maritim utbildning jämfört med traditionell klassrumsundervisning. Studien inkluderade ett specifikt användningsfall där en 'Wall Wash Test'-procedur (WWT) på kemtanker utvecklades som ett interaktivt VR-scenario för praktiknära träning. I VR-miljön placerades deltagarna i en virtuellt återgiven lasttanksmiljö där de steg för steg fick öva på att genomföra WWT-proceduren, inklusive val av provtagningspunkter, korrekt hantering av utrustning och genomförande av renhetskontroller enligt gällande procedurer. Genom simuleringen kunde deltagarna träna momenten i rätt ordning, upprepa kritiska steg och utveckla förståelse för procedurens betydelse för lastens säkerhet, utan de risker och begränsningar som finns vid verkliga tankoperationer. Resultaten visade att deltagare som tränade med VR uppvisade förbättrad memorering och högre träningsprestation jämfört med traditionell undervisning, vilket indikerar att VR-baserad träning kan vara ett effektivt verktyg för praktisk procedurträning inom kemtankeroperationer och maritim säkerhet (Miyusov et al., 2022)

Man har också utvärderat XR för träning av procedurer vid användning- och underhåll av livbåtar. I en studie av Bolierakis et al. (2023) undersöktes hur 'mixed reality' (MR), med inslag av 'augmented reality' (AR), kan användas för att adressera identifierade begränsningar i befintliga träningsmetoder för livbåtar inom maritim säkerhetsutbildning.

Studien inkluderade ett specifikt användningsfall där träningsprocedurer för användning och underhåll av livbåtar (Life-Saving Appliances, LSA) utvecklades som en MR-baserad träningsapplikation. I träningsmiljön fick deltagarna stegvis öva på att interagera med livbåtens komponenter, följa procedurer för korrekt handhavande och genomföra underhållsrelaterade moment med stöd av digitala instruktioner och visuella överlagringar kopplade till den fysiska utrustningen. MR-lösningen möjliggjorde realtidsinteraktion mellan virtuella instruktioner och en verklig livbåt, vilket gav stöd för praktisk procedurträning i en kontrollerad och säker miljö (Bolierakis et al., 2023).

Slutligen har man också testat XR-lösningar för mer explorativa ändamål. Ett exempel är en studie av Pitana et al. (2020) där forskarna utvecklade en VR-baserad träningsapplikation med syfte att stödja utbildning inom inspektion av brandskyddsutrustning, som traditionellt genomförs genom platsbundna och resurskrävande moment. Studien inkluderade ett användningsfall där deltagarna fick utforska en virtuellt modellerad fartygsmiljö och genomföra en brandskyddsinspektion

genom att lokalisera relevant utrustning och följa en fördefinierad inspektionschecklista. I träningsmiljön kunde användarna röra sig fritt ombord, ta del av information om brandskyddsutrustning och stegvis utföra inspektionsmoment i en tidsbegränsad uppgift som efterliknade verkliga arbetsförhållanden.

Resultaten visade att VR-applikationen kunde simulera inspektionsprocessen på ett tillfredsställande sätt och upplevdes som både lättillgänglig och lättanvänd, samtidigt som den bidrog till ökad beredskap inför faktiska inspektioner av brandskyddsutrustning ombord fartyg (Pitana et al., 2020).

2.5 Summering

Litteraturstudien visar att XR (VR, AR och MR) kan utgöra ett värdefullt komplement till maritim säkerhetsträning genom att möjliggöra säker och flexibel träning av riskfyllda, komplexa och sällan förekommande moment i kontrollerade miljöer. Studier indikerar att XR kan bidra till ökat engagemang, motivation och närvarokänsla samt underlätta repetition och individanpassat tempo, samtidigt som läranderesultaten ofta är jämförbara med traditionella metoder. Dock finns tydliga begränsningar kopplade till teknisk realism, ergonomi, kostnader samt metodologiska utmaningar vid utvärdering av snabbt föränderlig teknik.

Identifierade användningsfall kan delas in i nödsituationsträning, såsom brandbekämpning, undervattensevakuering och nödmanöverprocedurer, samt förebyggande träning, exempelvis förtöjningsarbete, rengöring och inspektion av tankerutrymmen, användning och underhåll av livbåtar samt inspektions- och utforskningsuppgifter ombord fartyg, vilket sammantaget visar på XR-teknikens breda tillämpningspotential inom maritim säkerhetsträning.

I litteraturstudien identifieras även pedagogiska principer för effektiv XR-träning. Resultaten pekar på att lärandeeffekter inte primärt beror på tekniken i sig, utan på hur träningen förankras i pedagogisk teori, anpassas till elevens behov och färdighetsnivå samt stöds genom ändamålsenlig instruktion, feedback och reflektion. En central slutsats är därför att XR bör betraktas som ett pedagogiskt verktyg vars värde avgörs av hur väl det integreras i den övergripande utbildningsdesignen.

Slutligen fokuserar majoriteten av de identifierade användningsfallen på tillämpningar av VR, medan AR, MR och serious games i hög grad är underrepresenterade. Vidare saknar flertalet studier en explicit förankring i etablerade lärandemodeller inom pedagogisk forskning. De pedagogiska utgångspunkterna behandlas ofta implicit eller i efterhand, snarare än som styrande ramverk för design och genomförande av träningen.

3 Metod

Förstudien hade inriktningen hos ett samverkansprojekt, där ett viktigt delsyfte var att låta XR-utvecklare och representanter för två färjerederier utbyta erfarenheter och lära sig om varandras arbetsområden. På det sättet kunde utvecklarna skapa sig en god bild av tekniken, arbetsuppgifterna och arbetsförhållandena som råder i färjetrafiken, medan deltagarna från rederierna kunde få inblick i vilka möjligheter XR-tekniken erbjuder.

Huvuddelen av projektet utgjordes av tre studiebesök. Samma deltagare närvarade vid samtliga tre besök och workshopen: en forskare från RISE, en forskare från Chalmers, två personer från Ventrafiken (VD, driftledare/DPA), två personer från Öresundslinjen (teknisk chef) och tre personer från Divine Robot (grundare, VD, utvecklare).

Studiebesök 1: Divine Robot

Syftet med det första besöket var att låta deltagarna från rederierna uppleva olika XR-tekniker i praktiken och lägga grunden för senare diskussioner om praktisk implementering. Företagets representanter demonstrerade VR-simulering av en fartygsmiljö och ett brandscenario, samt hur VR kan kombineras med byggda strukturer och fysiska verktyg. Vid besöket presenterades också projektets litteraturstudie.

Studiebesök 2: Ventrafiken

Besöket hos Ventrafiken inleddes med en genomgång av företagets upplägg för säkerhetsträning och följdes av en resa på M/S Uraniborg, en av rederiets passagerarfärjor som trafikerar sträckan Landskrona-Ven. Färjan är 49,95 m lång, har ett öppet bildäck och en maxkapacitet på 14 personbilar och 394 passagerare.



Figur 4 - Demonstration av FRB på Ventrafikens M/S Uraniborg

Rederiets personal visade samtliga miljöer ombord inklusive passagerarytor, förtöjningsstation, Fast Rescue Boat (FRB), maskinrum, kontrollrum och brygga. För varje miljö gick personalen igenom förekommande risker och vanliga övningsmoment. Under besöket genomfördes också en övning där bryggpersonalen tillsammans med däckspersonalen hanterade ett kollisionsscenario. Besökarna fick möjlighet att prata med delar av besättningen. Besöket avslutades på Ventrafikens kontor där gruppen diskuterade sina observationer och uppslag kring XR-understödd träning.

Studiebesök 3: Öresundslinjen



Figur 5 - I maskinkontrollrummet på Öresundslinjens M/S Aurora

Besöket hos Öresundslinjen ägde rum på passagerarfärjan M/S Aurora som trafikerar sundet mellan Helsingborg och Helsingör. Färjan är 111,2 meter lång, med en kapacitet på 150 personbilar och 1250 passagerare. Färjan konverterades 2018 till eldrift men har bibehållit sina dieselmotorer.

Besöket inleddes med en presentation av rederiets träningskoncept och en genomgång av fartygets tekniska lösningar, i synnerhet de stora batteriinstallationerna och lösningen för landströmsladdning. Därefter guidades deltagarna genom de flesta personal- och passagerarytor ombord, inklusive bildäck, drencherrum, brandstation, maskinrum, kontrollrum och brygga. Under besöket anordnades en brandövning där maskinrumspersonalen lokaliserade och räddade en person i maskin. Efter övningen fick besökarna tillfälle att ställa frågor till personalen.

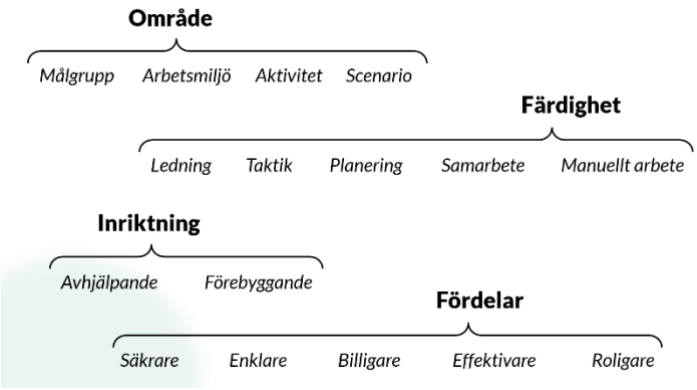
Workshop

I samband med besöket hos Öresundslinjen anordnades en workshop som syftade till att nå två olika resultat:

1. Utveckling av XR-baserade användningsfall
2. Inventering av praktiska hinder eller möjliggörare för implementering av XR-teknik i rederiernas träningsverksamhet.

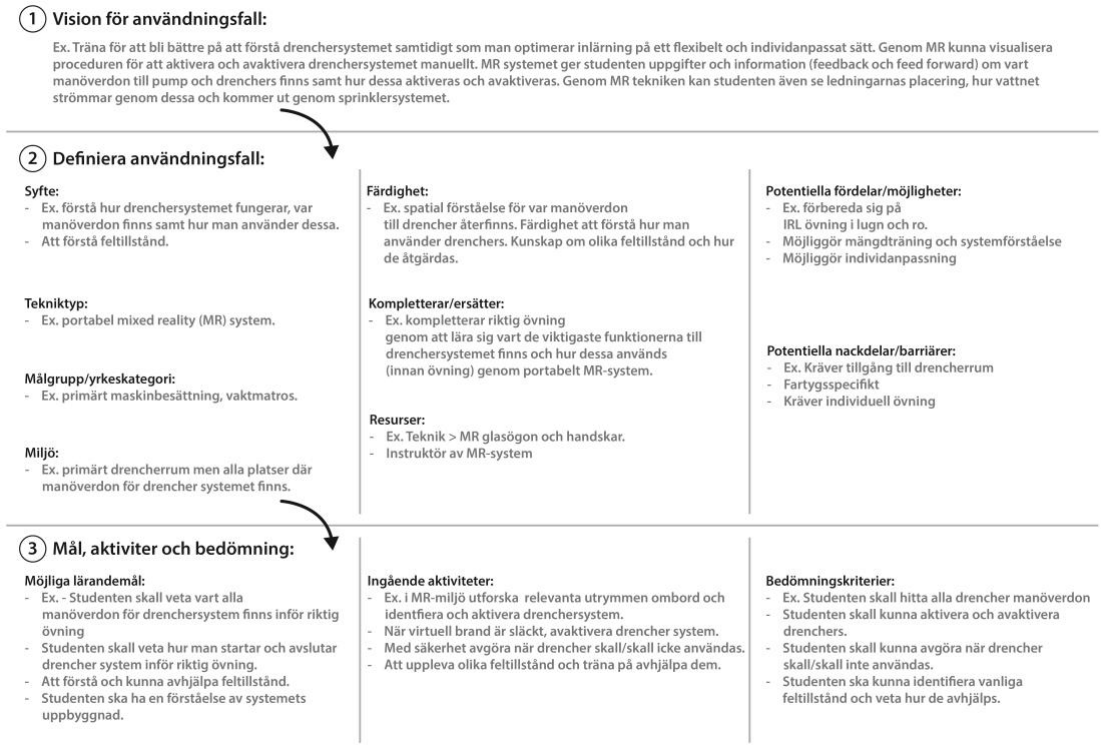
Deltagarna informerades om workshopens syfte, metod, datainsamling och datahantering, och gav därefter skriftligt samtycke till att delta.

Deltagarna delades in i två grupper med representanter för samtliga organisationer. I det första momentet fick grupperna i uppgift att ta fram ett större antal möjliga användningsfall. Deltagarna uppmuntrades till att testa olika utgångspunkter i sina diskussioner, se figur 6.



Figur 6 - Utgångspunkter för diskussionen om användningsfall för XR

I nästa steg fick grupperna välja ett fall vardera som utvecklades i större detalj. Grupperna använde arbetsblad med olika fält för de olika aspekterna hos ett användningsfall, se figur 7. De valda fallen presenterades sedan i helgrupp.



Figur 7 - Exempel på arbetsblad för ett användningsfall

Som avslutning på workshopen diskuterade deltagarna praktiska hinder eller möjliggörare för användandet av XR-teknik i rederiernas träningsverksamheter. Ett material med fyra huvudområden hade förberetts och användes som utgångspunkt för diskussionerna, se figur 8.



Figur 8 - Vägledning för diskussionen om implementering

Ljudinspelningar gjordes under workshopen och transkriberades med hjälp av AI-verktyget Whisper (https://openai.com/sv-SE/index/whisper/) och Kungliga Bibliotekets språkmodell KB-whisper (https://huggingface.co/KBLab).

Litteraturstudie

Litteratursökningar gjordes med sökverktyget hos Chalmers bibliotek samt i Google Scholar. Söktermerna var kombinationer av *XR, VR, AR, MR, virtual, augmented, training, learning, teaching, instruction, evaluation, feedback, method, safety* och *maritime*. Citat från de utvalda artiklarna samlades i ett dokument och sorterades tematiskt. De teman som utkristalliserade sig blev grunden till strukturen för kapitel 2.

Analys av material

Det transkriberade materialet från workshopen och anteckningar från studiebesöken slogs samman och genomgick en kodning (Gibbs, 2018) med följande koder som

utgångspunkt: *användningsfall, slutanvändare, upplevda fördelar och nackdelar,* och *implementering.* Under analysen utvecklades koden implementering till att omfatta strategi, anpassning och ekonomi.

4 Resultat

Resultaten sammanfattar observationer och diskussioner från projektets fyra huvudaktiviteter – studiebesöken hos Divine Robot, Ventrafiken och Öresundslinjen, samt workshopen där deltagarna utvecklade olika användningsfall för XR-teknik.

4.1 Upplevda fördelar & nackdelar

Enligt deltagarna från de två rederierna finns det ett stort generellt behov av att utforska nya metoder för säkerhetsträning. Vissa övningsmoment för med sig praktiska hinder. Större övningar som evakuering kan till exempel bara göras ett par gånger om året och är förknippade med stora kostnader. Rederierna eftersträvar att genomföra realistiska övningar och har experimenterat med olika sätt att utveckla träningsinnehållet. I ett fall använde man till exempel skrotbilar för en brandövning ombord, men det krävdes mycket arbete och genomförandet var komplicerat. Det kan också vara svårt att täcka in hela besättningen på grund av skiftgång och ledigheter.

Deltagarna från Divine Robot (DR) betonade hur viktigt det är att kunna visa konkreta fördelar med att använda XR-tekniker i träningsverksamheten, för att en satsning ska förankras och bli livskraftig. I diskussionerna efter teknikdemonstrationen kunde deltagarna se flera sådana möjligheter. Dels skulle virtuella tekniker kunna göra det enklare att hitta tid för träning, till exempel genom att utnyttja perioder under skiften där arbetet är mindre intensivt men där det är svårt att hinna med praktiska träningssessioner. Dessutom behöver vissa övningar genomföras när fartyget inte är i trafik, möjligheter som kan begränsas kraftigt av perioder med hög belastning eller bortfall av fartyg (t.ex. vid varvsbesök). I samtliga de här fallen skulle XR-tekniker kunna öppna möjligheter för säkerhetsträningen där man annars går miste om träningstid.

Deltagarna i projektet menade att kostnad inte är den viktigaste faktorn i valet av träningsmetoder. De har tidigare experimenterat med avancerade praktiska övningar och genomför regelbundet storskaliga krisövningar med statister som för med sig stora kostnader. Däremot finns det träningsmoment som skulle bli för kostsamma och opraktiska att genomföra ofta, som aktivering av MES-system (Marine Evacuation System, evakuering på kana eller genom strumpa), och där XR-tekniker skulle kunna låta fler personer uppleva träningsmomenten.

Säkerheten vid övningar lyftes fram som en central fråga under deltagarnas diskussioner. Vissa arbetsmoment är riskfyllda och skulle gynnas stort av alternativa träningsmetoder. Som exempel nämndes sjösättning av livbåtar, förtöjning och brand, men också den generella risken för fall och skador när besättningsmedlemmar springer runt på däck och i trappor under övningar. Ett annat sätt att använda virtuella tekniker för säkerhetsändamål, menade deltagarna, är som ett komplement vid riskbedömningar och inför större tekniska åtgärder.

En av de största förhoppningarna hos rederi-representanterna var att XR-teknik skulle kunna öka besättningarnas engagemang och inlevelse i säkerhetsträningen. De som

arbetar ombord genomför en stor träningsmängd och många moment kan upplevas som monotona eller teoretiska. Om man ”skapar en upplevelse” och väcker en emotionell respons under träningen, menade en deltagare, så ökar chansen för att besättningen kommer ihåg träningsinnehållet. Den emotionella sidan av virtuell träning diskuterades också efter teknikdemonstrationen hos DR. Deltagarna från rederierna betonade hur viktigt det är att vara mentalt förberedd på olycksscenarier för att inte bli överraskad eller chockad när olyckan är framme. XR-teknikerna kan öka känslan av realism och väcka en mer naturlig känslomässig respons, vilket är en värdefull erfarenhet.

Deltagarna såg relativt få uppenbara nackdelar med att inlemma den nya tekniken i träningsverksamheten. Vissa uttryckte dock en oro för att XR-baserad träning kan ställa för stora krav på de ansvariga hos rederiet, till exempel ökade behov av teknisk kompetens eller att förberedelser och uppdateringar tar för mycket tid. Deltagarna trodde också att vissa fysiska upplevelser under träning kan vara svåra att återskapa med XR-tekniken, som fartygsrörelser eller fysisk ansträngning, och där det fortsatt är viktigt med praktiska övningar.

4.2 Slutanvändare

Ny och tillfällig personal lyftes fram av projektets deltagare som särskilt viktiga slutanvändargrupper, dels för att det kan vara utmanande att tillgodose deras träningsbehov, dels för att XR-teknik skulle kunna exponera ny personal för situationer som man annars bara får uppleva efter lång tid i yrket.

Rederiernas representanter menade att det sker ett generationsskifte i branschen och att nyutbildad personal har en kortare praktikperiod än tidigare, vilket ökar behovet av att fortsätta träna grundläggande färdigheter också när en person har påbörjat sitt arbete. Under sommarhalvåret tar också båda rederierna emot en stor mängd tillfällig personal som ibland helt saknar erfarenhet av att arbeta på fartyg, i synnerhet för tjänst i butiker och restauranger. Detta är samtidigt yrkesroller där de anställda har många kontakter med passagerare och spelar en viktig roll för deras säkerhet, till exempel genom att hantera oroliga, berusade eller våldsamma passagerare, att upptäcka sjukdomsfall eller man över bord-situationer, eller att vägleda passagerare om en olycka inträffar.

Bland personalen som arbetar på brygga, däck eller maskin är omsättningen lägre, men å andra sidan har de här medlemmarna i besättningen ansvar för mer avancerade och utmanande arbetsuppgifter i händelse av en olycka. Att erbjuda ett träningsinnehåll som är utmanande och givande också för erfarna sjömän beskrevs som en särskild utmaning. Här skulle XR-tekniken kunna fylla behovet av varierande och nivåanpassad träning.

4.3 Framgångsfaktorer för implementering

Under projektets workshop diskuterade deltagarna hur en praktisk implementering av XR-tekniker i övningsverksamheten skulle kunna se ut. Som underlag för diskussionerna användes fyra aspekter – *argument* (hur rederiets engagemang för virtuell tränas kan säkras), *drift* (graden av anpassning av övningsmaterial, uppdateringar och support), *organisation* (ansvariga, kompetensbehov, tillgänglig tid för träning) och *ekonomi* (kostnader, möjliga besparingar och inköpsmodell). Det här avsnittet sammanfattar de huvudsakliga teman som diskuterades.

En genomtänkt införandestrategi

Representanterna för DR betonade att det krävs en väl genomtänkt strategi för att implementera XR-tekniker i ett företags träningsverksamhet. Det behöver finnas en tydlig plan för hur utrustningen ska användas, en tydlig koppling och gränsdragning mot övrig övningsverksamhet, och en utpekad ansvarig i organisationen som tycker att tekniken är rolig och håller satsningen levande. Deltagarna från DR hade erfarenheten att XR-träning behöver förankras väl i organisationen för att en satsning ska bli livskraftig. Det är inte ovanligt att folk är skeptiska mot tekniken eller oroliga för att bli illamående. Det är både viktigt att visa på konkreta nyttor med de nya metoderna och att bygga en känsla av ägarskap bland personalen. DR hade goda erfarenheter av att bjuda in olika intressenter (t.ex. yrkesgrupper) för att tillsammans utveckla träningsinnehållet.

Rederiernas representanter var överens om att XR-baserad träning framför allt kan vara ett komplement till befintlig träning, även om man också trodde att XR-metoder kan komma att ta allt större plats i övningsverksamheten i framtiden. Detta stämde väl överens med rekommendationen från DR om att börja i liten skala för att sedan expandera användningen av XR. Enligt deras erfarenhet är det lättare att vinna gehör för metoderna om man först kan visa goda resultat inom ett litet, begränsat träningsområde för att sedan expandera.

En nyckel för att XR-träningen ska kunna slå rot, menade rederierna, är att den inte ökar belastningen på driftsorganisationen. Personalen har en stor mängd kurser att klara av och cheferna måste ständigt arbeta för att avsätta tid för det. Deltagarna menade att ombordpersonalen har begränsade möjligheter till att själva drifta XR-tekniken, och att man istället borde undersöka hur den kan förenkla träningsverksamheten. Exempelvis ställer det stora krav på maskinchefen (som oftast agerar som brandchef på svenska fartyg) att planera och variera olika typer av brandövningar, och det finns i regel lite tid för att ge medlemmarna i besättningen individuell feedback.

Anpassning till operativ kontext

En fråga som återkom under flera av projektets aktiviteter var i vilken grad virtuell säkerhetsträning behöver återspegla miljöer och utrustning från den egna arbetsplatsen. Deltagarna såg fördelar med att kunna öva praktiska (men kanske farliga eller komplicerade) arbetsmoment där det specifika fartygets utformning, system och utrustning spelar en central roll, till exempel hantering av säkerhetssystem, felsökning eller orientering ombord. Detta skulle kunna vara ett kostnadseffektivt alternativ för rederier som har flera identiska eller mycket lika fartyg. Samtidigt menade flera deltagare att en stor del av träningen handlar om generella förmågor som inte är kopplade till specifika fartygsmiljöer eller systemtillverkare. I många fall kan det räcka med att miljötypen (t.ex. ett roro-utrymme eller ett maskinutrymme) är den rätta för att det ändå ska finnas nytta med träningen.

Vad som verkade väga tyngre än anpassning var variation. Scenarion behöver förändras över tid för att stimulera träningsdeltagarna och bibehålla deras lärande. Att erbjuda den sortens variation ställer idag stora krav på befälen ombord. Här menade deltagarna från Divine Robot att XR kan användas tillsammans med AI både för att variera och expandera scenarion över tid.

En sista aspekt av anpassning som lyftes i flera sammanhang under projektets gång är tillgänglighet, det vill säga att XR-träning är praktiskt tillgänglig för besättningar och kan utnyttjas när tidsluckor uppstår under skiften. En övningsform som är gångbar också när fartyget är i drift skulle ha stora fördelar mot traditionell träning. Deltagarna menade att olika personalkategorier kan ha olika förutsättningar för att träna under arbetstid, där exempelvis försäljningspersonal kan ha svårare att gå ifrån arbetet än personalen i driften. Både Ventrafiken och Öresundslinjen menade att deras respektive driftsbesättningar regelbundet skulle kunna avvara upp till 20-30 minuter för XR-träning under skiften.

Ekonomisk modell

En viktig del av diskussionen om implementering är under vilka ekonomiska former ett rederi skaffar sig tillgång till XR-teknik i träningsverksamheten. Deltagarna från rederierna konstaterade att den här sortens satsningar inte alls är otänkbara så länge nyttan är tydlig och långsiktig, och att det oftast är lätt att få gehör för säkerhetsinvesteringar i svensk passagerarsjöfart. Kostnadskalkylen för en XR-satsning skulle också påverkas betydligt om klass och myndighet i framtiden tillåter att virtuell träning ersätter fler typer av traditionell träning. Vissa deltagare betonade dock vikten av att också bibehålla praktisk träning i den verkliga arbetsmiljön.

Det fanns ett tydligt samband mellan diskussionerna om anpassning och ekonomi. Tidigare forskning har konstaterat att XR kan föra med sig långsiktiga besparingar, även om de initiala kostnaderna är högre (Morgan et al, 2026). I en studie om evakueringsträning för sjukvårdspersonal gjordes en jämförelse av kostnaderna för virtuell (VR) respektive traditionell övning. Initialt var VR-träning 43% dyrare, men efter tre år kostade den virtuella träningen bara hälften av den traditionella (Farra et al, 2019).

Deltagarna från DR befarade att kostnaden för XR-baserad träning skulle öka betydligt om miljöer och scenarier skulle anpassas till enskilda kunder, något som i sin tur skulle kunna avskräcka rederier från att pröva den nya tekniken. Flera gjorde också observationen att XR-tekniker utvecklas mycket snabbt och att ny förbättrad utrustning ständigt lanseras. I det perspektivet skulle det kunna vara problematiskt för ett rederi att göra stora investeringar i XR-utrustning. Istället föreslogs ett XR-koncept för säkerhetsträning som inkluderar grundläggande scenarion där träningsmomenten inte är beroende av specifika ombordmiljöer. I anslutning till en prenumerationstjänst för generella scenarion skulle också skräddarsydda, rederispecifika scenarion kunna erbjudas som en tilläggstjänst. Redan idag samarbetar många svenska rederier kring liknande plattformar för webbaserad träning.

4.4 Identifierade träningsmoment

Under projektets aktiviteter diskuterades en mängd möjliga användningar av XR-tekniker i säkerhetsträning. I det här avsnittet sammanfattas de olika exemplen sorterade på två sätt. En uppdelning gjorts mellan tekniska och icke-tekniska kunskaper, där de första är kunskaper om funktionen eller användandet av tekniska system, medan de andra handlar om psykologiska och sociala färdigheter. Under varje kategori har en uppdelning också gjorts mellan förebyggande och avhjälpande träningsinnehåll, med syftet att visa på balansen mellan de två. För samtliga exempel skulle olika XR-tekniker kunna användas beroende vad det yttersta syftet med träningen är. Om det exempelvis är viktigt att skapa en känslomässig respons på träningsinnehållet (som stress eller rädsla) kan en mer

immersiv teknik som VR användas, med realistiska miljöer och ljud. Om träningens fokus istället ligger på bedömning och beslutsfattande kan mer spelliknande träningsformer vara aktuella.

Tekniska kunskaper

Tekniska kunskaper syftar på kunskaper om utrustning, tekniska system och tekniska åtgärder, och hur tekniken används i praktiken. Hit sorteras också processmässig kunskap som förståelse av brandförlopp och beslutsfattande i brandscenarion.

FÖREBYGGANDE MOMENT

Vissa förebyggande träningsmoment handlar om manuella färdigheter, till exempel manuell hantering av tekniska system.

Moment	Syfte
Förtöjning	Träna utförande av förtöjningsproceduren och visualisera vanligt förekommande risker
Radiohantering	Att manuellt hantera radioapparaturen korrekt och följa rätt kommunikationsprocedur

Andra moment handlar mer om process- och faktakunskap.

Moment	Syfte
Familiarisering	Att snabbt hitta vägen (och alternativa vägar) till olika platser ombord, eller t.ex. att snabbt hitta viktiga typer av utrustning eller installationer, såsom brandsläckare
Systemkännedom	Visualisera hur system och komponenter fungerar och samspelar, för att öka förståelsen av vilka konsekvenser åtgärder i maskinkontrollrummet får
Ordning och reda	T.ex. ”finn fem fel”, att hitta exempel på bristande ordning och reda i olika fartygsmiljöer, så att oordning inte hindrar åtgärder i en nödsituation.
Tyst kunskap	T.ex. lära sig kännetecken på tekniska problem som håller på att utvecklas, såsom avvikande ljud

AVHJÄLPANDE MOMENT

Till de avhjälpande träningsmomenten hör både procedurell och strategisk kunskap som syftar till att avvärja faror eller hantera konsekvenserna av olyckor.

Moment	Syfte
Beslutsfattande vid brand	Öva taktik- och metodval vid brandscenarier, t.ex. brand i maskin, fordon (inkl. elfordon), byssa (t.ex. fritös), med realistisk återgivning av brand och brandförlopp. Bedömning av risker och övning i flexibelt beslutsfattande för olika scenarion för rökutveckling.

Simulering av rökutveckling	Till exempel vid brandbekämpning eller evakuering.
Beslutsfattande vid evakuering	Att öva koordinering, styrning av passagerarflöden, riskbedömning och beslutsfattande vid evakuering.
Avsökning	Öva systematisk avsökning av passagerarytor vid mustering/evakuering, samt rutiner för att hindra passagerare från att vandra tillbaka till avsökta ytor.
Manuella brandinsatser	Brandsläckningsteknik för brand i olika medier, t.ex. elfordon, olika kemiska ämnen, speciella ombordmiljöer. Skulle kunna kombineras med fysisk feedback i redskap (brandslang/munstycke).
Kollision	Öva på beslutsfattande vid kollision både över och under vattenlinjen, samt åtgärder för att mildra effekter. Visualisering av konsekvenser och mental förberedelse.
Livbåt, FRB och MES	Iordningställande och hantering av respektive system. Visualisering av vanligt förekommande risker och problem. T.ex. övning i att upprätthålla flödet vid bordning av livflottar via MES.
Tekniska nödåtgärder	Öva förmågan till teknisk problemsökning och reparationer i nödlägen. Med realistiska inslag, t.ex. inträngande vatten, brand, fartygsrörelser eller bristfällig belysning.

Icke-tekniska kunskaper

De icke-tekniska träningsmomenten handlar till stor del om att identifiera risker, men också om psykologiska och sociala aspekter i olycksscenarion så som att bemöta passagerare.

FÖREBYGGANDE MOMENT

Förebyggande träning på icke-tekniska kunskaper handlar till stor del om att upptäcka riskfyllda situationer innan en olycka uppstår.

Moment	Syfte
Riskmedvetenhet	Visualisera risk i olika arbetsmiljöer och be deltagaren att peka ut dem. Iscensätta konsekvenserna av risker.
Optimering av nödåtgärder	Använda virtuella miljöer för att söka efter flaskhalsar vid olyckshändelse, t.ex. för transport av skadade personer.
Mental beredskap	Visualisera realistiska omständigheter vid en olycka, t.ex. lutning eller rullning under evakuering.
Kritiskt tänkande	Till exempel att granska och ifrågasätta andras beslut i olika scenarier. Att bryta ned sociala/kulturella hinder för att opponera sig mot felaktiga beslut.

AVHJÄLPANDE MOMENT

De avhjälpande momenten handlar mycket om social dynamik och interaktion, både inom besättningen, med externa aktörer och med passagerare.

Moment	Syfte
Hantering av passagerare	Verbalt bemötande av passagerare som är stökiga eller på annat sätt skapar oro eller problem bland passagerarna.
Crowd management	Bemötande och vägledning av passagerare vid en olycka, till exempel vid samling på muster stations eller vid embarkering till livbåt eller flotte.
Kommunikation	T.ex. kommunicera rätt information från brandplats till brandchef. Kommunikationsrutiner med externa parter. Kan övas med AI som motpart.

Nedan presenteras de identifierade användningsfallen i en 2x2-matris (se tabell 1). Där kan man också se att den största mängden av identifierade användningsfall gällde avhjälpande träning med fokus på tekniska kunskaper, medan minst antal identifierade användningsfall gällde avhjälpande med fokus på träning av icke-tekniska kunskaper.

Tabell 1 - 2x2-matris över identifierade användningsfall. Flera träningsmoment innehåller både tekniska och icke-tekniska komponenter. Placeringen i matrisen ska därför ses som en klassificering av momentens primära syfte snarare än en strikt kategorisering.

	Tekniska kunskaper	Icke-tekniska kunskaper
Förebyggande träning	• Förtöjning • Radiohantering • Familiarisering • Systemkännedom • Ordning och reda • Tyst kunskap	• Riskmedvetenhet • Optimering av nödåtgärder • Mental beredskap • Kritiskt tänkande
Avhjälpande träning	• Beslutsfattande vid brand • Simulering av rökutveckling • Beslutsfattande vid evakuering • Avsökning • Manuella brandinsatser • Kollision • Livbåt, FRB och MES • Tekniska nödåtgärder	• Hantering av passagerare • Crowd management • Kommunikation

Under projektets workshop delades deltagarna upp i två grupper som valde och utvecklade varsitt användningsfall för XR-tekniker i säkerhetsträning. Ett formulär användes för att vägleda diskussionen mot pedagogiska komponenter som syfte, färdigheter som tränas, lärandemål, aktiviteter och bedömningskriterier. De två utvecklade användningsfallen bifogas i appendix, se kap. 7. Tiden för workshopen räckte inte till för att utveckla idéerna fullt ut. Båda grupperna valde dock oberoende av varandra att fokusera på olika aspekter av kommunikation, en mjuk sorts färdighet som är svår att träna med konventionella metoder, och där XR-baserad träning kombinerad med AI-styrda karaktärer skulle kunna vara ett alternativ.

5 Diskussion & slutsatser

Rederierna var genomgående positiva till att använda virtuella tekniker i säkerhetsträning, något som grundades i en rad konkreta behov och vanligt förekommande problem. I den dagliga driften kan det vara svårt att hitta tid för praktiska övningar och det är en utmaning att skapa övningar som engagerar besättningen och som fortsätter att utveckla deras förmågor över tid. Säkerhetsträning av tillfällig personal för med sig delvis andra utmaningar. Här gäller det att på kort tid förbereda ett stort antal nyanställda som ofta saknar erfarenhet, och som snart efter utbildningen kommer fylla viktiga säkerhetsfunktioner i kontakten med fartygens passagerare. En ökande mängd nyanställningar kan bli ett tungt vägande skäl för att överväga virtuella träningsmetoder. Båda rederierna i projektet vittnar om en generationsväxling i branschen och det görs många försök att locka fler unga till sjöfarten. Samtidigt innebär stora pensionsavgångar att arbetsplatserna förlorar personer med stor erfarenhet och den sortens tysta kunskap som XR-tekniker sägs kunna reproducera och träna, något som också kan öka betydelsen av nya träningsmedier.

Upplevda och faktiska fördelar

Under projektets diskussioner nämndes ett antal tydliga fördelar med XR-tekniken. XR gör det möjligt att utnyttja lugnare perioder under arbetspasset för träning och den gör det möjligt att träna på scenarion som annars kräver stora investeringar, eller som kräver att fartyget tas ur trafik. I en virtuell miljö kan man också skapa nya stimulerande varianter av övningsscenarion som i traditionell övning skulle kräva mycket planering och stora förberedelser för fartygens befäl, och som därför kan avlasta dem. Många moment i säkerhetsträningen handlar om scenarion som till sin natur är riskfyllda, till exempel brandbekämpning eller hantering av utrustning som förknippas med olycksrisker. I de fallen erbjuder XR möjligheten att träna på praktiska moment och realistiska scenarion som är svåra att återskapa i verkligheten utan att besättningen utsätts för fara, vilket också är en av fördelarna som oftast nämns i litteraturen (Toyoda et al., 2022). Här såg deltagarna också andra möjliga målgrupper för säkerhetsträning på fartyg, till exempel räddningstjänst.

En annan fördel som återkom i diskussionerna var att tekniken kan ge en känslomässig inlevelse som ökar realismen i ett scenario och som ger värdefulla erfarenheter. Ett övningsmoment som lyftes fram under den avslutande workshopen var bemötandet av passagerare. Båda rederierna använder olika tekniker för att skapa inlevelse i ordinarie övningar, till exempel statister, men sådana lösningar kräver stora arbetsinsatser och trots ansträngningarna är det svårt att skapa realistiska upplevelser. Att väcka känslomässig respons nämns också i litteraturen, dels för att träna deltagarens förmåga till att prestera under stress (Lowell & Tagare, 2023), dels för att göra deltagaren mentalt förberedd på obehagliga upplevelser (Chittaro & Buttussi, 2015; Helal, 2022). Dessutom har forskning visat att en större närvarokänsla kan bidra till ökad inlärning genom att skärpa personens uppmärksamhet (Yang et al, 2023; Paananen et al., 2023). Samtidigt betonar Stanney et al (2023) att känsloskapande inslag måste anpassas noggrant till deltagarens kompetensnivå, så att inte personens lärande hämmas av kognitiv överlastning. Den emotionella aspekten av att uppleva och hantera nödlägen, både att vara mentalt förberedd på obehagliga scenarier och att kunna utföra sina arbetsuppgifter under stress, är intressant och kan studeras närmare i framtida forskning.

Projektets deltagare såg huvudsakligen XR-teknikerna som ett bra komplement till ordinarie säkerhetsträning. Genom regeländringar skulle dock virtuell träning kunna bli en accepterad ersättning för ordinarie träning, något som kan undersökas i framtida forskning. Frågan har diskuterats i en arbetsgrupp under IMO:s 'sub-committee on human element, training and watchkeeping' (HTW 12) (IMO, 2026) där det föreslagits att 3 av 12 månaders sjötid (praktik till sjöss) under utbildningen för vissa yrkesroller på fartyg kan substitueras med simulatorträning. Flera flaggstater och organisationer har emellertid frågat efter robusta bevis för att den sortens substitution är godtagbar. Projektdeltagarnas spontana hållning var att traditionell, praktisk träning är värdefull och svår att ersätta. I en framtida diskussion om virtuella substitut kommer man behöva dra en tydlig gräns mellan virtuella och traditionella metoder, där man tydligt kan visa på överföring av färdigheter mellan den virtuella miljön och den verkliga arbetsplatsen.

Målgrupper och behov

Att säkerhetsträning för noviser är ett prioriterat område för rederierna framgick i projektdiskussionerna, som i mycket stor grad kom att handla om oerfaren personal och deras grundläggande färdigheter. Troligtvis var det enklare för deltagarna, som själva hade lång erfarenhet, att beskriva träningsbehoven hos noviser än att se sina egna träningsbehov. Det finns bland annat ett behov av metoder som förenklar introduktionen av ny och tillfällig personal, såväl för fartygs- och systemkunskap som för ovanliga men allvarliga olycksscenarion. Inte minst gäller det träning av icke-tekniska färdigheter som kommunikation, samarbete och interaktion med passagerare. Att utforma ett standardiserat ramverk för den sortens förberedande träning är ett möjligt uppslag för framtida forskning.

Ombord är det i regel experterna (seniora befäl) som står för utformningen av träningen och deras egna behov kan därför hamna i skymundan. Även om det finns goda skäl till att utveckla introducerande träning är det också intressant att fördjupa sig i träning för experter, vars kompetens också behöver utmanas och utvecklas. Litteraturen ger vissa exempel på hur träning kan anpassas till experter, till exempel högre inlevelsesgrad med större inducerad stress och överraskande inslag i scenarier (Lowell & Tagare, 2023; Stanney et al, 2023). Under projektet diskuterades bland annat serious games för träning i avancerade bedömningar och beslutsfattande vid exempelvis brand eller kollision.

Typer av säkerhetsskapande träning

Ett intressant fynd i diskussionerna om möjliga användningsfall var distinktionen mellan förebyggande och avhjälpande säkerhetsträning. En stor andel av tillämpningsidéerna gällde manuella färdigheter i den avhjälpande kategorin, till exempel tekniska åtgärder vid en olycka eller hanteringen av säkerhetsutrustning, något som är naturligt givet att den ordinarie säkerhetsträningen har just en sådan inriktning. Å andra sidan gav diskussionerna om förebyggande träning exempel på varierande och intressanta tillämpningar.

Deltagarnas såg flera skäl till att undersöka förebyggande träning närmare. Dels kan många grundläggande och vardagliga arbetsmoment (t.ex. reparation, fartygskännedom, systemkännedom och ordning och reda) vara viktiga för att stoppa eller mildra ett olycksförlopp. Detta är kunskaper som skulle kunna tränas virtuellt redan under personalens grundutbildning. Dels övas sådana arbetsmoment sällan under

olyckliknande omständigheter, till exempel under stress, med varierande miljöfaktorer (belysning, slagsida, rök) eller för anpassningsbarhet (t.ex. om system eller miljöer gjorts otillgängliga på grund av en olycka). Sådana variationer är relativt enkla att erbjuda med XR-tekniker. Dels skulle simulering av farofyllda situationer kunna skapa en större riskmedvetenhet hos besättningen och därigenom förebygga olyckor. Hela den förebyggande kategorin har synbara fördelar men berörs relativt lite i tidigare forskning och förtjänar att studeras närmare.

XR och pedagogik

Bland de viktigaste slutsatserna från litteraturstudien är att XR-träning måste vila på en genomtänkt pedagogisk grund för att nå sin fulla potential (Stanney et al, 2023). Tekniken har en rad egenskaper som i sig verkar ge pedagogiska fördelar. Den gör det enklare att variera och anpassa träningen, och den tillåter träning på arbetsmoment eller omständigheter som annars är svåra att återskapa, så som farliga situationer, emotionellt innehåll och tysta kunskaper. För att träningen verkligen ska bli mer effektiv måste dock lärandeinnehåll, lärandemål, bedömningsgrunder och kunskapsnivåer först definieras (Yang, Zhou & Radu, 2018). Därefter går det att bedöma hur XR kan göra nytta för träningen och vilka XR-tekniker som har störst fördelar i det enskilda fallet.

På det metodmässiga planet skulle vidare forskning på området kunna leda till mer standardiserade träningskoncept i stället för den spretighet som litteraturen uppvisar idag, och ett mer medvetet utnyttjande av de olika XR-teknikernas fördelar. Ur ett mer praktiskt perspektiv kan stimulerande och effektiv XR-träning leda till en större acceptans för tekniken, både hos rederiernas beslutsfattare och hos besättningarna. Dessutom är det sannolikt att hela träningsverksamheten gynnas av att lägga tid på de pedagogiska grunderna, eftersom den ordinarie träningen inte heller alltid har en tydlig pedagogisk grundtanke. Här är det särskilt viktigt att tänka på förutsättningarna hos den som planerar, utformar och leder träning och övningar, ofta seniora befäl. Litteraturen betonar att även instruktören ska betraktas som en viktig slutanvändare av XR-tekniker (Kim et al, 2024). Samtidigt hamnar frågan om feedback ofta i skymundan när nya träningskoncept införs (Stanney et al 2022, Chernikova et al., 2020). Befälen ombord har ofta många och varierande ansvar. För att dra den fulla nyttan av XR-tekniker behöver nya koncept underlätta utvärdering och återkoppling, och metoderna måste passa de begränsningar i tid och resurser som råder ombord.

Teknikens tillgänglighet och spridning

Deltagarna konstaterade att det finns praktiska hinder att överbrygga innan tekniken kan få större spridning. Inte minst krävs en affärsmodell där rederierna inte behöver ta huvudansvaret för drifta, sköta och uppdatera utrustningen, och där de inte riskerar att bli sittande med föråldrad teknik som är svår att använda. I frågan om själva träningsinnehållet fanns det olika åsikter. Några menade att det finns en stor mängd färdigheter som kan tränas utan att träningsmiljön exakt efterliknar den egna arbetsmiljön, medan andra argumenterade för att vissa arbetsmoment är tätt knutna till miljön där arbetet ska utföras. Som ett sätt att tillfredsställa båda läger föreslogs en prenumerationstjänst med ett grundutbud av generella träningsscenarion, där rederier kan köpa till ytterligare scenarion som skräddarsys för deras ombordmiljöer och specifika behov.

Deltagarna var överens om att det behövs goda argument för investeringar i ny träningsteknik, även om de svenska rederierna generellt har höga säkerhetsambitioner. För att skapa sådana argument behövs fortsatt forskning och utveckling där man visar hur träningen kan struktureras och inlemmas i existerande träningsupplägg. Ett fortsättningsprojekt borde fokusera på ett scenario som är svårt att träna effektivt med ordinarie metoder och där nyttan är enkel att demonstrera, till exempel i termer av sparad tid, ökad säkerhet under träning, eller mätbara förbättringar i träningsresultat. För att kunna visa på förbättrad utlärning behöver projektet struktureras efter en tydlig pedagogisk idé som inkluderar planeringen av övningsscenarion, aktiviteter, lärandemål, och anpassning till individens kunskapsnivå. I frågan om anpassningar är det också relevant att undersöka hur olika XR-tekniker och varierande grad av vägledning och inlevelse under träningen kan användas för att stimulera och utmana både oerfarna och erfarna deltagare.

6 Referenser

Alsaqer, K. & Alhmoud, S.H. (2025). Impact of virtual reality training on nurses' preparedness and self-efficacy in emergencies and disasters: A quasi-experimental study. International Emergency Nursing, 82.

Bolierakis, S. N., Kostovasili, M., Karagiannidis, L., & Amditis, A. (2023). Training on LSA lifeboat operation using Mixed Reality. Virtual Reality & Intelligent Hardware, 5(3), 201-212.

Bram, S., Millgård, U. & Degerman, H. (2019). Systemperspektiv på brandsäkerhet till sjöss- en studie av organisering och användbarhet i brandskyddetpå RoPax-fartyg. RISE Rapport : 2019:57.

Bram, S., Burgén, J., Dederichs, A.S., & Hedvall, P.O. (2025). No one left behind: A universal design analysis of ship evacuation. Applied Ergonomics, 123.

Checa, D., & Bustillo, A. (2020). A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. Multimedia tools and applications, 79(9), 5501-5527.

Chernikova, O., Heitzmann, N., Stadler, M., Holzberger, D., Seidel, T. & Fischer, F. (2020). Simulation-Based Learning in Higher Education: A Meta-Analysis. Review of Educational Research, 90(4).

Chittaro, L. & Buttussi, F. (2015). Assessing Knowledge Retention of an Immersive Serious Game vs. a Traditional Education Method in Aviation Safety. IEEE TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS, 21(4):529-538.

Dunmoye, I.D., Martin, J.P., Brown, J.S., Lu, L.Z., Hunsu, N. & May, D. (2025). Examining the mediating role of learning presence in the predictive relationships between social and teaching presences and cognitive presence in collaborative virtual reality learning environments. Computers & Education: X Reality, 6.

Farra, S. L., Gneuhs, M., Hodgson, E., Kawosa, B., Miller, E. T., Simon, A., Timm, N., & Hausfeld, J. (2019). Comparative Cost of Virtual Reality Training and Live Exercises for Training Hospital Workers for Evacuation. Computers, Informatics, Nursing, 37(9), 446–454.

Forsström, E., Hägg, M., Praetorius, G., Forsman, F., & Backman, A. (2018). VR till sjöss - en studie över om och hur VR kan användas som ett verktyg för att förbättra och komplettera dagens maritima Utbildning. Lighthouse.

Geisen, M. & Klatt, S. (2021). Real-time feedback using extended reality: A current overview and further integration into sports. International Journal of Sports Science & Coaching, 17(5).

Gibbs, G.R. (2018). Analyzing Qualitative Data. SAGE Publications Ltd.

Glujic, D., Vukelic, G., Bernecic, D., Vizentin, G., & Ogrizovic, D. (2024). Coupling CFD and VR for advanced firefighting training in a virtual ship engine room. Results in Engineering, 24, 103025. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103025

Hamed-Ahmed, M. H., Fraga-Lamas, P., & Fernández-Caramés, T. M. (2024). Towards the Industrial Metaverse: A Game-Based VR Application for Fire Drill and Evacuation Training for Ships and Shipbuilding. Proceedings of the 29th International ACM Conference on 3D Web Technology,

Hancock, P. A., & Hoffman, R. R. (2015). Keeping up with intelligent technology. IEEE Intelligent Systems, 30(1), 62-65.

Helal, H. (2022). Incorporating virtual reality into maritime safety training to enhance competency-based learning outcomes. Maritime Transport Conference,

Heldring, S., Jirwe, M., Wihlborg, J., Berg, L., & Lindström, V. (2024). Using High-Fidelity Virtual Reality for Mass-Casualty Incident Training by First Responders – A Systematic Review of the Literature. Prehospital and Disaster Medicine, 39(1), 94-105. https://doi.org/10.1017/S1049023X24000049

Hernik, J., & Jaworska, E. (2018). The effect of enjoyment on learning. INTED2018 proceedings.

Hoover, M. & Winer, E. (2021). Designing Adaptive Extended Reality Training Systems Based on Expert Instructor Behaviors. IEEE Access.

International Maritime Organization (2026). HTW 12/12 – Report to the maritime safety committee. Sub-committee on human element, training & watch keeping, 12th session, agenda item 12, 2 march 2026.

Kaplan, A. D., Cruit, J., Endsley, M., Beers, S. M., Sawyer, B. D., & Hancock, P. A. (2021). The effects of virtual reality, augmented reality, and mixed reality as training enhancement methods: A meta-analysis. Human factors, 63(4), 706-726.

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education. Themes in science and technology education, 10(2), 85-119.

Kim., J. & Jeong, H. (2023). Instructor's Experience of Extended Reality Applied to Nursing Education. Clinical Simulation in Nursing, 84.

Kim, J., Miller, J., Wang, K., Dorneich, M.C., Winer, E. & Brown, L.J. (2024). Empowering Instructors: Augmented Reality Authoring Toolkit for Aviation Weather Education. IEEE Transactions on Learning Technologies, vol. 17.

Krajcovic, M., Gabajová, G., Matys, M., Grznár, P., Dulina, L. & Kohár, R. (2021). 3D Interactive Learning Environment as a Tool for Knowledge Transfer and Retention. Sustainability 2021, 13(14).

Lauronen, J., Ravyse, W., Salokorpi, M., & Luimula, M. (2020). Validation of virtual command bridge training environment comparing the VR-training with ship bridge simulation. International conference on applied human factors and ergonomics,

Lauronen, J., Sakari, L., & Lehtonen, T. (2021, 2021//). How Simulation Training Can Benefit from Virtual Reality Extensions? Case: A Virtual Reality Extension to a Simulated Ship Bridge for Emergency Steering Training. Advances in Usability, User Experience, Wearable and Assistive Technology, Cham.

Leroux, J., Mindykowski, P., Bram, S., Gustin, L., Willstrand, O., Evegren, F., Aubert, A., Cassez, A., Degerman, H., & Frösing, M. (2018). FIRESAFE II detection and decision. Lisbon: EMSA.

Lindner, M., Leutritz, T., Backhaus, J., König, S. & Mühling, T. (2025). Knowledge Gain and the Impact of Stress in a Fully Immersive Virtual Reality-Based Medical Emergencies Training With Automated Feedback: Randomized Controlled Trial. Journal of Medical Internet Research, 27.

Liu, Y., Lan, Z., Tschoerner, B., Virdi, S. S., Cui, J., Li, F., Sourina, O., Zhang, D., Chai, D., & Müller-Wittig, W. (2020, 29 Sept.-1 Oct. 2020). Human Factors Assessment in VR-based Firefighting Training in Maritime: A Pilot Study. 2020 International Conference on Cyberworlds (CW)

Lowell, V.L. & Tagare, D. (2023). Authentic learning and fidelity in virtual reality learning experiences for self-efficacy and transfer. Computers & Education: X Reality, 2.

Makransky, G., Borre-Gude, S., & Mayer, R. E. (2019). Motivational and cognitive benefits of training in immersive virtual reality based on multiple assessments. Journal of Computer Assisted Learning, 35(6), 691-707.

Makransky, G., & Klingenberg, S. (2022). Virtual reality enhances safety training in the maritime industry: An organizational training experiment with a non-WEIRD

sample. Journal of Computer Assisted Learning, 38(4), 1127-1140. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jcal.12670
Meccawy, M. (2022). Creating an Immersive XR Learning Experience: A Roadmap for Educators. Electronics, 11(21).
Minotti, K., Xuan Hien Mai, D., Loup, G., Chellali, A., Ferrer, M-H-L & Otmane, S. (2025). The Immersive Debriefing: Comparative Evaluation of Full and Segmented Redo Methods in Virtual Reality. 2025 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR).
Miyusov, M. V., Nikolaieva, L. L., & Smolets, V. V. (2022). The Future Perspectives of Immersive Learning in Maritime Education and Training. Transactions on Maritime Science, 11(2). https://doi.org/10.7225/toms.v11.n02.014
Morgan, J. W., Patel, R. A., & Campbell, S. (2025). Practical considerations of clinical XR (AR/VR) deployments. Frontiers in Virtual Reality, 6.
Paananen, H., Prendergast, T., Salminen, V., & Torkkel, J.-M. (2023). Enabling Active Learning Experience in XR Environments-Identifying the Design Elements for XR Learning Objects. Human Factors, Business Management and Society, 97, 279-285.
Pitana, T., Prastowo, H., & Mahdali, A. (2020). The development of fire safety appliances inspection training using virtual reality (VR) technology. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,
Poyade, M., Eaglesham, C., Trench, J., & Reid, M. (2021). A transferable psychological evaluation of virtual reality applied to safety training in chemical manufacturing. ACS Chemical Health & Safety, 28(1), 55-65.
Souchet, A. D., Lourdeaux, D., Pagani, A., & Rebenitsch, L. (2023). A narrative review of immersive virtual reality's ergonomics and risks at the workplace: cybersickness, visual fatigue, muscular fatigue, acute stress, and mental overload. Virtual Reality, 27(1), 19-50.
Stanney, K.M., Archer, JO, Skinner, A., Horner, C., Hughes, C., Brawand, N.P., Martin, E., Sanchez, S., Moralez, L., Fidopiastis, C.M. & Perez, R.S. (2021). The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology, 19(2).
Stanney, K.M., Skinner, A. & Hughes, C. (2023) Exercisable Learning- Theory and Evidence-Based Andragogy for Training Effectiveness using XR (ELEVATE-XR): Elevating the ROI of Immersive Technologies. International Journal of Human–Computer Interaction, 39:11, 2177-2198.
Stefan, H., Mortimer, M., Horan, B., & Kenny, G. (2023). Evaluating the preliminary effectiveness of industrial virtual reality safety training for ozone generator isolation procedure. Safety science, 163, 106125.
Szóstak, M., Mahamadu, A.-M., Prabhakaran, A., Caparros Pérez, D., & Agyekum, K. (2024). Development and testing of immersive virtual reality environment for safe unmanned aerial vehicle usage in construction scenarios. Safety science, 176, 106547. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106547
Toyoda, R., Russo-Abegão, F., & Glassey, J. (2022). VR-based health and safety training in various high-risk engineering industries: a literature review. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 19(1), 42. https://doi.org/10.1186/s41239-022-00349-3
Wahidi, S., Pribadi, T., Rajasa, W., & Arif, M. (2022). Virtual reality based application for safety training at shipyards. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,
Woodall, W. J., Chang, E. H., Toy, S., Lee, D. R., & Sherman, J. H. (2024). Does Extended Reality Simulation Improve Surgical/Procedural Learning and Patient

Outcomes When Compared With Standard Training Methods?: A Systematic Review. Simulation in Healthcare, 19(1S), S98-S111. https://doi.org/10.1097/sih.0000000000000767

Yang, H., Cai, M., Diao, Y., Liu, R., Liu, L., & Xiang, Q. (2023). How does interactive virtual reality enhance learning outcomes via emotional experiences? A structural equation modeling approach. Frontiers in Psychology, 13, 1081372.

7 Appendix

7.1 Användningsfall 1 - kommunikation

VISION AV ANVÄNDNINGSFALL

Användaren befinner sig i en VR-miljö, exempelvis ombord på en färja eller ett kryssningsfartyg. Användaren har en specifik yrkesroll, till exempel att arbeta i shoppen, restaurangen, receptionen eller som säkerhetspersonal.

Under scenariot inträffar en händelse som kräver uppmärksamhet och rapportering. Det kan till exempel vara att en AI-styrd person beter sig avvikande, är påverkad, verkar förvirrad, bråkar med andra gäster eller håller på att hoppa överbord.

Användaren behöver observera vad som händer, hantera situationen inom ramen för sin roll och rapportera relevant information till rätt mottagare.

DEFINIERA ANVÄNDNINGSFALL

Syfte

Kunna känna igen och hantera händelser på rätt sätt samt rapportera vid rätt tillfälle.

Tekniktyp

VR + AI

Målgrupp

Ovan personal på fartyg

Miljö

I de generella utrymmena på fartyget

Färdighet

Tyst kunskap, Kommunikation, Radiokommunikation

Kompletterar/Ersätter

Riktiga övningar med skådespelare kräver många människor, VR kan göras med en person

Resurser

Dator och VR

Potentiella fördelar/möjligheter

Med VR och AI kunna skapa situationer som är varierande, samt sätta upp scener som man inte kan göra IRL.

Potentiella nackdelar

Om man är för bred så blir det för mycket jobb. Realismen är inte 100%

MÅL, AKTIVITETER & BEDÖMNING

Lärandemål

Överföring av dold kunskap

Lära sig av observation

Bedömning av situationer

Lära sig kommunikation

Ingående aktiviteter

Man har en roll

En AI-styrd karaktär skapar en situation.

Användaren behöver observera vad som händer, hantera situationen inom ramen för sin roll och rapportera relevant information till rätt mottagare.

7.2 Användningsfall 2 – crowd management

VISION AV ANVÄNDNINGSFALL

Personer som arbetar i passagerarutrymen använder XR-tekniker för att träna på interaktion med passagerare i en olyckssituation. Passagerarens beteende och kommunikation kan skapas med hjälp av AI.

DEFINIERA ANVÄNDNINGSFALL

Syfte

Skapa intresse och engagemang. Göra det enklare att träna passagerarinteraktion utan att statister behövs.

Tekniktyp

VR + AI

Målgrupp

Personer som kan behöva vägleda passagerare vid en olycka.

Miljö

T.ex. bildäck på öppen färja, rök och larmljud.

Färdighet

Kommunikation, styrning av passagerarflödet.

Kompletterar/Ersätter

Filmer, tryckta träningsmaterial.

Resurser

Procedurer, regelverk, övningsscenario, dator, VR.

Potentiella fördelar/möjligheter

Engagerande. Mer praktisk vägledning.

Potentiella nackdelar

Om det är svårt att göra deltagarna engagerade.

MÅL, AKTIVITETER & BEDÖMNING

Lärandemål

Förmåga att lugna och vägleda upprörda personer.

Ingående aktiviteter

Prata med en upprörd person. Lugna och leda personen vidare.