Virtuella träningsmöjligheter för mänsklig förstärkning

KATARIINA BLOM, OLAF BINSCH, BRITTA LEVIN

FOI-R--5893--SE
ISSN 1650-1942 December 2025

Katariina Blom, Olaf Binsch, Britta Levin

Virtuella träningsmöjligheter för mänsklig förstärkning

Titel	Virtuella träningsmöjligheter för mänsklig förstärkning
Title	Virtual training opportunities for human augmentation
Rapportnr/Report no	FOI-R--5893--SE
Månad/Month	12
Utgivningsår/Year	2025
Antal sidor/Pages	43
ISSN	1650-1942
Uppdragsgivare/Client	Försvarsmakten
Forskningsområde	Ledningsteknologi
FoT-område	Ledning och MSI
Projektnr/Project no	E38587
Godkänd av/Approved by	Emil Hjalmarson
Ansvarig avdelning	Cyberförsvar och ledningsteknik

Bild/Cover: Shutterstock

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk, vilket bl.a. innebär att citering är tillåten i enlighet med vad som anges i 22 § i nämnd lag. För att använda verket på ett sätt som inte medges direkt av svensk lag krävs särskild överenskommelse.

This work is protected by the Swedish Act on Copyright in Literary and Artistic Works (1960:729). Citation is permitted in accordance with article 22 in said act. Any form of use that goes beyond what is permitted by Swedish copyright law, requires the written permission of FOI.

Sammanfattning

Militär personal verkar i komplexa och oförutsägbara miljöer där arbetet kan vara krävande med inslag av stress och risk för överbelastning, vilket kan påverka prestationsförmågan negativt. Rapporten undersöker hur virtuell verklighet (VR) och generativ artificiell intelligens (AI) kan användas för mänsklig förstärkning inom militär utbildning. Syftet är att optimera prestation och bygga mental motståndskraft genom realistiska och kontrollerade träningsmiljöer. Studier visar att VR effektivt framkallar fysiologisk stress liknande verkliga situationer, och kan förbättra navigation, beslutsfattande och återhämtning. Fysiologiska mätningar möjliggör individanpassad stressträning och skiljer mellan utmanings- och hotreaktioner. AI-genererad video och interaktiv generativ video erbjuder potential för dynamiska, skräddarsydda scenarier, men stöter på tekniska hinder som bristande realism, kort klipplängd, bristande temporalt minne och lång genereringstid. Rättsliga och etiska frågor – inklusive upphovsrätt, bias och säkerhet – måste hanteras. Trots utmaningarna är VR redan ett värdefullt verktyg, medan AI fortfarande är i utvecklingsstadiet. Framtida forskning bör fokusera på att förbättra kvalitet, utveckla domänspecifika AI-modeller, utvärdera användaracceptans och integrera realtidsövervakning för att skapa mer effektiv, säker och individanpassad militär träning.

Nyckelord: mänsklig förstärkning, resiliens, utbildning, träning, AI, spel, virtuell

Summary

Military personnel operate in complex and unpredictable environments where tasks can be demanding, involving stress and risk of overload, negatively impacting performance. This report examines how virtual reality (VR) and generative artificial intelligence (AI) can be used for human augmentation in military training, aiming to optimize performance and build mental resilience through realistic and controlled training environments. Studies show that VR effectively induces physiological stress similar to real-world conditions and can improve navigation, decision-making, and recovery. Physiological measurements enable individualized stress training and distinguish between challenge and threat responses. AI-generated video and interactive generative video offer potential for dynamic, tailored scenarios, but face technical challenges including insufficient realism, short clip durations, lack of temporal memory, and long generation times. Legal and ethical issues—including copyright, bias, and security—must be addressed. Despite these challenges, VR is already a valuable tool, while AI remains in an early developmental stage. Future research should focus on improving quality, developing domain-specific AI models, evaluating user acceptance, and integrating real-time monitoring to create more effective, secure, and individualized military training.

Keywords: human augmentation, resilience, training, education, AI, gaming, virtual

Innehållsförteckning

1 Inledning 7
1.1 Bakgrund 7
1.2 Syfte och mål 8
1.3 Läsanvisning 8
2 Plattformar, mått och modeller 9
2.1 Syntetisk träning 9
2.2 Fysiologiska och psykofysiologiska mått 10
2.3 Stressmodeller 10
3 VR för optimering av mänsklig prestation och mental motståndskraft 12
3.1 VR kontra fartygsträning i verklig miljö 13
3.2 Utmaning kontra hot i patrulluppdrag i VR 15
3.3 VR för polisiära navigationsuppgifter 16
3.4 Realtidsövervakning av stress i MOUT 17
3.5 VR för att utvärdera HPO-tekniker för kognitiv förbättring 19
4 AI-genererat material 21
4.1 AI-genererad video 21
4.2 Användning av AI i spelutveckling 27
4.3 Interaktiv generativ video och miljö 29
4.4 Rättsliga ramar 30
4.5 Diskussion 33
5 Slutsatser 35
5.1 VR-baserad träning 35
5.2 Artificiell intelligens 36
6 Referenser 38
Appendix 1 Definitioner 42

1 Inledning

Även när framtidens slagfält i allt större utsträckning präglas av avancerad teknik och autonoma system, förblir människans roll avgörande. Det är fortfarande soldater och officerare som väljer hur striden ska genomföras och som fattar de svåra besluten. Samtidigt visar pågående konflikter tydligt hur snabbt ny teknik kan tas i bruk och få stort genomslag. Denna utveckling understryker behovet av att stärka människans förmåga att verka effektivt i komplexa miljöer där tekniska system och mänskligt beslutsfattande samspelar. För att kunna möta dessa krav krävs systematisk träning och övning. Realistisk övning kan stärka individens förmåga att agera under press, att samverka med avancerade system och att fatta välgrundade beslut i komplexa situationer. Mänsklig förstärkning är ett samlingsnamn för tekniker och metoder som syftar till att bibehålla eller öka nivån på mänsklig prestation.

Denna rapport beskriver den verksamhet som bedrivits i projektet *Human performance enhancement* (HPE) under 2025.

1.1 Bakgrund

I högriskyrken, såsom militära och polisiära professioner, verkar personalen ofta i komplexa och oförutsägbara miljöer. Arbetet innebär situationer med stress och risk för överbelastning, vilket kan påverka prestationsförmågan negativt och även öka risken för psykisk ohälsa. För Försvarsmakten innebär detta ett behov av mentalt resilient personal som kan hantera stress under utmanande omständigheter. För att stärka den mentala motståndskraften bör utbildning och förberedelser inför insats omfatta strukturerad stresshantering samt utveckling av förmågan att hantera stress, fara och krävande förhållanden. Mentalt motståndskraftig personal som kan hantera stress under utmanande omständigheter bidrar enligt Cannoable et al. (2018) till både optimerad prestation och operativ effektivitet. Det finns således ett behov av metoder som säkerställer att denna kapacitet byggs upp och även bibehålls under hela karriären. Ett sätt att möta detta behov är att ta tillvara på och tillämpa tekniska framsteg som kan göra lärprocesser mer attraktiva, effektiva och ändamålsenliga.

Begreppet *Human Performance Optimization* (HPO)[1] handlar om teknik och metoder för att optimera mänsklig prestation, där resiliens ingår som en delmängd. I Levin et al. (2018) beskrivs bland annat användning av HPO inom olika faser av en insats: förberedelse – insats och – återhämtning/återställning. Två tekniker som framhålls ha potential för HPO är virtuell verklighet (eng. virtual reality, VR) och artificiell intelligens (AI). Behovet av mått och metoder för att mäta mänsklig prestation adresseras i Levin et al. (2022).

Utvecklingen av VR i kombination med simuleringsverktyg, instrumenterade tränings-anläggningar, miniatyriserade burna sensorer och övervakningsteknik medger nya möjligheter att optimera prestation och stärka mental resiliens hos personal som verkar under krävande förhållanden och i stressfyllda situationer. Serious gaming[2] och VR-simuleringsplattformar blir allt mer tillgängliga. De erbjuder en hög grad av flexibilitet

[1] Andra definitioner av begrepp som relaterar till mänsklig förstärkning återfinns i Appendix 1.

[2] Serious gaming (benämns ibland seriösa eller professionella spel på svenska) och syftar på spel som är utvecklade med ett annat huvudsyfte än underhållning. De använder spelmekanik för att lära ut, träna, påverka beteenden eller simulera verkliga situationer.

och kan tillämpas i en mängd olika sammanhang – i hemmet, under olika utbildningsprogram, i förberedelser inför insats och till och med under själva uppdragen. Frågan är i vilken utsträckning dessa verktyg och plattformar kan framkalla, mäta och klassificera stress på ett realistiskt och tillförlitligt sätt samt ge återkoppling i syfte att stärka den mentala motståndskraften.

En begränsning vid användning av traditionella simuleringsplattformar är det omfattande arbete som krävs för att skapa världarna såväl som att sätta upp de ingående scenarierna. Utbildningsmateriel i form av videor baseras ofta på scenarier som levandegörs av skådespelare som mänskliga aktörer. Ett enklare sätt att generera digitalt, realistisk materiel för utbildning och träning kan bidra med fler och mer flexibla scenarier, förutsatt att möjlighet till styrning och kontroll av händelseförloppet bibehålls. Generativ AI har visat stor potential för videoproduktion och kan generera realistiska miljöer och nya scenarier baserat på textinstruktioner. Frågan är hur effektiv och funktionell denna teknik på sikt kan bli för ett utbildnings- och träningssyfte?

Arbetet med rapporten har bedrivits i samarbete med TNO under det tri-laterala samverkansavtalet CANESE[3]. Olaf Binsch från TNO:s avdelning för Human Performance var stationerad i Linköping under första halvåret 2025. Fokus för Olafs bidrag är simulatoranvändning samt sammanställning och analys av ett antal VR-baserade studier som genomförts av TNO.

1.2 Syfte och mål

Syftet med projektets verksamhet är att kontinuerligt följa den tekniska utvecklingen och analysera dess möjligheter för att öka militär förmåga. Genom att bevaka framväxande tekniker skapas en förståelse för hur dessa kan integreras i befintliga system och metoder för träning. Målet med rapporten är dels att redogöra för möjligheter med VR i kontexten mänsklig förstärkning och resiliens, dels förmedla kunskap om den tekniska utvecklingen med avseende på AI för videogenerering och spelutveckling.

1.3 Läsanvisning

Kapitel 2 *Plattformar, mått och modeller* beskriver förekommande simulatorer och simuleringar för utbildning och träning samt mått och modeller för att mäta mänsklig prestation.

Kapitel 3 *VR-applikationer för optimering av mänsklig prestation* innehåller en översikt av studier baserade på VR där fysiologiska och psykologiska mått används för att mäta stress och prestation.

Kapitel 4 *AI-genererat material* beskriver AI-verktyg för att generera video och utveckla spel. Dessutom resoneras om möjligheter med interaktiv generering, identifierade risker, etiska aspekter och gällande lagrum.

Kapitel 5 *Slutsatser* redogör för de viktigaste insikterna och framför förslag på fortsatt verksamhet.

[3] Samverkansavtal mellan Kanada, Nederländerna och Sverige. MoU (FOI-2009-1657) sektion XVI samt i Amendment 2 (FOI-2011-6)

2 Plattformar, mått och modeller

Försvarsmakter använder i allt högre grad simulerings- och serious gaming-plattformar för att optimera prestation inom utbildning och träning, samt för att lära ut protokoll och procedurer (Hiremath & Saravanan, 2024). Tekniker för att möjliggöra utbildning och träning utvecklas ständigt. Därmed är det av intresse att undersöka hur ny teknik kan användas för militär utbildning och träning samtidigt som det återstår att validera dess effektivitet.

Detta kapitel ger exempel på simuleringsplattformar, och hur dessa kan utvecklas vidare med VR och AI. Dessutom beskrivs tillämpade stressmodeller för att mäta, bedöma och kategorisera stressreaktioner.

2.1 Syntetisk träning

Syntetisk träning omfattar både simulatorer och serious gaming-plattformar. Bland exemplen på simulatorer finns flygsimulatorer (för träning och testning av piloter och flygbesättningar), fartygssimulatorer (för träning av marina besättningar och deras befäl) och marksystem (till exempel för träning av stridsvagnsbesättningar). *Virtual Battlespace 4* (VBS 4) är ett exempel på serious gaming-plattform som används för att utbilda, träna och utmana befälhavare i beslutsfattande. Därtill finns simuleringsplattformar såsom *Computer Assisted Rehabilitation ENvironment* (CAREN)[4] för rehabilitering av motoriska funktionsnedsättningar.

VR i form av burna headsets har kommit att utvecklas som ett immersivt alternativ till traditionell presentation av omvärlden på 2D-skärmar. Genom att användaren är helt innesluten i den simulerade omvärlden ökar möjligheten till inlevelse och därmed potentiellt sett möjligheten att inducera stress. VR är relativt etablerat och används i många sammanhang för träning. Det återstår dock att reda ut i vilken utsträckning VR kan nyttjas för att skapa stress och hur detta kan mätas.

De omvärldssystem som används i ovan nämnda plattformar bygger i regel på fördefinierade scenarier och regel- eller beteendebaserade AI-agenter[5], vilket möjliggör standardiserad träning men samtidigt begränsar graden av dynamik. Mot bakgrund av den snabba utvecklingen inom AI har frågan om hur AI kan komplettera och vidareutveckla simuleringsbaserad träning blivit alltmer aktuell. Istället för att ersätta etablerade system kan generativ AI användas för att generera och anpassa lektionsmaterial, instruktioner och övningsunderlag baserat på specifika utbildningsmål och scenarier, något som det redan har forskats på inom bland annat sjukvård och utbildning (Temsah et al., 2025; Xu et al., 2025). AI-baserade verktyg kan användas för att skapa visuella demonstrationer och förevisningar, till exempel genom generering av video, vilket har visat sig kunna bidra till ökad förståelse av taktiska moment och procedurer (Xu et al., 2025). Det finns även projekt om hur generativ AI kan förbättra militär simulering och träning, till exempel *GenWar Lab* vid Johns Hopkins Applied Physics Laboratory, som byggs för att integrera generativ AI och stora språkmodeller (eng. Large Language Models, LLM) i krigsspel och strategiska simuleringar. I detta fall skulle AI kunna agera som rådgivare eller motståndare

[4] För beskrivning se till exempel: https://www.frontiersin.org/journals/medicine/articles/10.3389/fmed.2025.1733273/full

[5] AI-system som självständigt fattar beslut och utför handlingar baserat på givna mål

(Raj, 2025). Utöver dagens regelbaserade simulerings- och serious gaming-plattformar diskuteras i forskningssammanhang även mer avancerade framtida tillämpningar av generativ AI, såsom interaktiv generativ video (IGV), där aktörers beteenden anpassas i realtid baserat på användarens ageranden, snarare än att följa fördefinierade scenarier (Yu et al., 2025)

2.2 Fysiologiska och psykofysiologiska mått

Det finns en rad fysiologiska och psykofysiologiska mått som kan användas för att bedöma mänsklig prestation. Levin et al. (2022) beskriver olika fysiologiska mätsystem och belyser behovet av kontext för att kunna tolka resultaten. Tabell 1 förklarar kort de mått (parametrar) som används i de studier som beskrivs i kapitel 3.

Tabell 1. Icke-invasiva fysiologiska mått som kan användas för att mäta mänsklig prestation.

Parameter	Svensk benämning och förklaring
BP (Blood Pressure)	Blodtryck
CO (Cardiac Output)	Hjärtminutvolym, den blodvolym som hjärtat pumpar ut varje minut
EEG Electroencephalography	Elektroencefalografi, mätning av hjärnans elektriska aktivitet genom elektroder som placeras på utsidan av skallbenet
EDA (ElectroDermal Activity)	Hudkonduktans
HR (Heart Rate)	Hjärtfrekvens
HRV (Heart Rate Variability)	Hjärtfrekvensvariabilitet, indikator på kognitiv belastning och stress
SCort (Salivary cortisol)	Salivkortisol, icke-invasiv biokemisk (hormonell) markör för stress
TPR (Total Peripheral Resistance)	Total Perifer Resistens, ett mått på hur mycket motstånd blodet möter när det flödar genom kroppens blodkärl

2.3 Stressmodeller

Två betydelsefulla ramverk som används för att förstå stress, coping och prestation är *den transaktionsmässiga modellen för stress och coping* (eng. the Transactional Model of Stress and Coping, TMSC) (Lazarus och Folkman, 1984) och *den biopsykosociala modellen för utmaning och hot* (eng. the Biopsychosocial Model of Challenge and Threat, BPSM) (Blascovich och Mendes, 2000). Även om båda modellerna har som mål att förklara hur människor reagerar på stress, skiljer de sig åt i fokus och tillämpning. TMSC är främst psykologiskt inriktad (kognition, emotion och beteende) och fokuserar på hur individer uppfattar och tolkar stressande händelser. BPSM bygger däremot på fysiologiska reaktioner och erbjuder ett sätt att objektivt mäta och klassificera stress.

Ramverket TMSC beskriver stress som resultatet av en transaktion mellan individen och omgivningen, där individen i två steg utvärderar både situationens krav och sina egna resurser för att hantera den (Lazarus och Folkman,1984). Först sker en primär bedömning då individen avgör om situationen är relevant och huruvida den utgör ett hot eller en utmaning. Därefter sker en sekundär bedömning då individen bedömer om hen har tillräckliga resurser – interna eller externa – för att hantera situationen. Om individen bedömer att resurserna räcker, kan situationen tolkas som en utmaning. Om inte, uppfattas

den sannolikt som ett hot. Denna modell understryker att stress inte orsakas enbart av yttre faktorer, utan även av individens subjektiva tolkning. Emotionella och beteendemässiga copingstrategier formas av dessa bedömningar och utfallen kan variera beroende på hur väl individen hanterar den stressartade situationen.

Ramverket BPSM bygger till del på TMSC men lägger till en fysiologisk dimension (Blascovich och Mendes, 2000). Modellen är särskilt användbar i prestationssituationer där individen är starkt motiverad att lyckas, såsom i idrott, militära insatser eller vid muntliga framträdanden inför publik. Enligt denna modell kan utmanings- och hottillstånd identifieras objektivt genom kardiovaskulär respons. Både utmanings- och hotrespons innebär en ökad hjärtfrekvensen (HR), vilket indikerar engagemang i uppgiften. I en utmaningsrespons ökar hjärtminutvolymen (CO) samtidigt som den totala perifera resistansen (TPR) minskar. Detta mönster indikerar ett effektivt och prestationsgynnande tillstånd. I en hotrespons däremot är förändringen i CO liten eller obefintlig, medan TPR förblir oförändrad eller ökar – ett mönster som kan leda till försämrad prestation. Dessa fysiologiska skillnader, reaktionsmönster, är kopplade till det sympatiskadrenomedullära systemet, som reagerar snabbt på stress, och hypotalamus-hypofys-binjurebarksaxeln (HPA-axeln), som har en långsammare och mer långvarig respons. I situationer som bedöms hotfulla kan HPA-axeln dominera, vilket leder till ökad kortisolproduktion. Detta kan ha en negativ påverkan på bland annat uppmärksamhet och beslutsfattande.

Tillsammans erbjuder modellerna både subjektiva och objektiva metoder för att bedöma stress och är användbara i olika operativa- och träningssammanhang, särskilt för att utveckla individanpassade stresshanteringsprogram och prestationsförbättrande åtgärder. TMSC är särskilt användbar i psykologiska träningssammanhang där fokus ligger på att stödja individer med stresshantering. Modellen använder subjektiva verktyg såsom självrapporteringsformulär för att mäta hur krävande en uppgift upplevs och hur kapabel individen anser sig vara att hantera den. BPSM, å andra sidan, är användbar i situationer där det behövs realtidsövervakning över stressresponsen. Genom att använda mått som HR, BP, EDA och CO, möjliggörs en objektiv bedömning av huruvida stress upplevs som en utmaning eller ett hot.

3 VR för optimering av mänsklig prestation och mental motståndskraft

För att träningen ska vara effektiv behöver ett antal centrala krav uppfyllas. Simuleringsplattformar och träningsprogram ska ha egenskaper som innebär att:

- de realistiskt inducerar stress genom högupplösta miljöer som simulerar operativa stressfaktorer (till exempel tidspress, osäkerheter, isolering och sensorisk överbelastning)
- de simulerade scenarierna kan varieras för att utsätta deltagarna för olika former av mental belastning (till exempel moraliska dilemman, uppdragsmisslyckanden och utmattning)
- stressreaktioner mäts i realtid både i form av fysiologiska reaktioner (till exempel HRV, kortisolnivåer, EEG) och psykologiska reaktioner (såsom via självrapportering)
- omedelbar återkoppling ges för att lära användare att känna igen stressignaler och tillämpa hanteringstekniker (Binsch et al., 2021; Vakili et al., 2014; Visser et al., 2016; Vermetten et al., 2020; Kluge et al., 2023).

Detta kapitel beskriver övergripande ett antal studier som genomförts av TNO. Studierna bidrar till kunskapsbasen och erfarenheter kring hur VR-simuleringsverktyg och -plattformar kan användas för att optimera prestation och mental motståndskraft hos yrkesverksamma i högriskmiljöer.

Översikten omfattar fem studier:

1. Studie av stressreaktioner i marin fartygsmiljö. Jämförelse mellan uppmätta och bedömda stressreaktioner under träning i fartygssimulator jämfört med ombord på marint fartyg (Bottenheft et al., 2018).
2. Experiment där ett övervakningsscenario simulerades med hjälp av buren VR-utrustning och VBS-simuleringsprogramvara, där unga kadetter fick lösa typiska militära utmaningar (Binsch et al., 2021).
3. Fältförsök där effekterna av kartnavigering med och utan VR-förberedelse testades, även detta med buren VR-utrustning, i en simulerad operativ miljö (Binsch et al., 2022).
4. Tillämpning av ett VR-system (Black-suit), som möjliggör dynamiska militära operationer i simulerad urban terräng (MOUT), där deltagaren aktivt verkar i en virtuell miljö som kan förändras momentant (Linssen et al., 2022).
5. Tillämpning av ett VR-system för att bedöma HPO-tekniker med fokus på kognitiv prestation (till exempel aktionsintelligens (eng. *action intelligence*)) i relevanta militära scenarier (Landman et al., 2023).

3.1 VR kontra fartygsträning i verklig miljö

Bottenheft et al. (2018) studie fokuserade specifikt på att jämföra stressnivåer och prestation hos marina kadetter som deltog i träning både i en virtuell fartygssimulatormiljö (eng. VR Scenario-Based Training, VR SBT) och i en verklig fartygsträningssituation ombord på den nederländska kungliga flottans övningsfartyg Van Kinsbergen (verklighetsbaserad SBT). Syftet var att undersöka huruvida avancerade simulerings-plattformar realistiskt kan efterlikna den stress som uppstår vid verkliga marina operationer, samt om de lämpar sig för att utveckla individuella stressprofiler och stärka mental resiliens.

Studien syftade också till att avgöra om virtuella scenarier kan vara ett hållbart komplement till, eller i vissa fall ersättning för, fysiska övningar, genom att tillhandahålla en säker, flexibel och kontrollerbar miljö där stressfaktorer kan introduceras, mätas och utvärderas systematiskt. Genom att analysera både fysiologiska och psykologiska stressreaktioner i dessa två träningsmiljöer, hoppades forskarna kunna avgöra i vilken utsträckning VR kan spegla den komplexitet och belastning som kännetecknar verkliga marina operationer – och därmed fungera som ett effektivt verktyg i träning för högriskyrken.

3.1.1 Metod

Studien omfattade två experimentella grupper: en SBT-grupp bestående av sju marina kadetter som genomgick både virtuell och verklighetsbaserad träning, samt en större referensgrupp med 15 kadetter, vars data främst användes för att validera de psykologiska mätinstrumenten. Scenariot, som användes i både den virtuella och den verkliga miljön, gick ut på att navigera ett fartyg genom trånga farvatten under dimmiga förhållanden med begränsad sikt, där kadetterna i hög grad var beroende av radar och radiokommunikation. Under övningarna tilldelades deltagarna olika roller, såsom vaktchef, navigatör, utkik och rorsman, samtidigt som deras fysiologiska och psykologiska stressreaktioner övervakades.

För att mäta stressnivåerna använde forskarna ett omfattande verktygspaket som kombinerade fysiologiska och psykologiska bedömningar. De fysiologiska mätningarna inkluderade HR, CO, TPR, EDA och BP. Dessa parametrar valdes i enlighet med BPSM, som särskiljer mellan utmaningstillstånd (funktionell eller gynnsam stress) och hotstillstånd (dysfunktionell stress) baserat på specifika kardiovaskulära mönster.

Psykologisk stress bedömdes med hjälp av validerade självrapporteringsinstrument som State-Trait Anxiety Inventory (STAI), Threat and Challenge Index (TCI) och Military Resilience Monitor (MRM). Dessutom användes en subjektiv bedömningsskala, General Appraisal of the Scenario Scale (GASS), för att mäta upplevd svårighetsgrad och känslomässiga reaktioner på scenariot.

3.1.2 Resultat

De fysiologiska resultaten visade att båda miljöerna framgångsrikt framkallade stress, vilket framgick av en signifikant ökning i både HR och EDA jämfört med baslinje-mätningarna. Detta tyder på att kadetterna upplevde högre uppmärksamhets- och aktiveringsnivåer i både VR-scenariot och i den verkliga träningen. Dock påvisades inga statistiskt signifikanta skillnader i HRV, BP eller TPR mellan de två miljöerna.

Kadetterna uppvisade liknande fysiologisk aktivering i båda träningsformerna, vilket indikerar att VR-träning kan framkalla stressnivåer som är jämförbara med de som upplevs under verkliga operativa förhållanden. Trots denna generella likhet i den fysiologiska responsen fanns det vissa skillnader. Rörelsesjuka rapporterades till exempel oftare under träningen ombord på fartyget. Denna skillnad berodde sannolikt på att fartygsrörelser inte fysiskt återskapades i den simulerade miljön.

Subjektiva skattningar visade dessutom att situationen i något högre utsträckning uppfattades som en ”utmaning” vid träning i skarp miljö, medan det var marginellt vanligare att den bedömdes som ”hot” i VR-situationen.

3.1.3 Diskussion

Vissa kadetter uppvisade fysiologiska mönster som stämde överens med en hotrespons (dvs. stabilt eller ökat total TPR och oförändrad CO), medan andra visade mönster som var mer förenliga med en utmaningsrespons (dvs. ökad CO och minskat TPR). Denna variation understryker vikten av individualiserad stressövervakning och pekar på att en universell träningsmodell sannolikt inte är effektiv för att utveckla mental resiliens hos alla individer.

Även om skillnaderna i subjektiva skattningar inte var statistiskt signifikanta, kan de spegla kadetternas större vana vid reella marina miljöer jämfört med ett möjligt lägre självförtroende i den mer ovana artificiella VR-miljön. Intressant nog visade individuella analyser att stressreaktionerna varierade mellan deltagarna, vilket stärker uppfattningen att stress är något som upplevs och tolkas olika av människor. Detta understryker vikten av att beakta individuella skillnader i stressprofilering och återkoppling i framtida träning.

Även om HR och EDA ökade tydligt i båda scenarierna, observerades inte de förväntade mönstren i CO och TPR konsekvent, vilket försvårade möjligheten att tydligt särskilja mellan hot- och utmaningsresponser. Detta kan delvis förklaras av rörelseartefakter i mätutrustningen samt det begränsade urvalet av deltagare, vilket minskade studiens statistiska styrka. Ytterligare en utmaning var logistiken i genomförandet. Den marina utbildningsplanen hade högre prioritet än det experimentella protokollet, vilket ledde till begränsad kontroll över tidsplanering, tillgång till deltagare och gjorde det svårt med konsekvent stressbelastning i scenarierna.

Trots dessa begränsningar visade studien att både verkliga och virtuella träningsmiljöer kan användas för att framkalla mätbar stress i marina utbildningssammanhang. VR-miljön visade sig vara ett genomförbart och flexibelt verktyg för stressträning, med potential att efterlikna både de känslomässiga och fysiologiska krav som kännetecknar verkliga marina operationer. För att fullt ut utnyttja denna potential rekommenderas dock utvecklingen av en fristående VR-plattform som kan fungera oberoende av ordinarie utbildningsschema, med bättre kontroll över scenariodesign och stressfaktorers exponering.

3.2 Utmaning kontra hot i patrulluppdrag i VR

Binsch et al. (2021) undersökte om en VR-simuleringsplattform kunde framkalla mätbara fysiologiska stressreaktioner hos militära kadetter och om det gick att skilja mellan ”utmanings-” och ”hotbedömningar” enligt BPSM. Bakgrunden till studien var behovet av kontrollerade, effektiva och repeterbara stressträningsverktyg för högriskyrken. Detta eftersom nuvarande verklighetsbaserade träningsscenarier ofta är kostsamma, inkonsekventa och prestationen är svår att mäta objektivt. VR erbjuder en möjlighet att fylla detta gap genom att tillhandahålla immersiva och repeterbara miljöer där stress systematiskt kan induceras och övervakas.

3.2.1 Metod

Deltagarna bestod av 66 nederländska militära kadetter som medverkade i ett VR-baserat patrulluppdragsscenario som var baserat på den utökade GASICA[6]-plattformen (RGP+). För omvärldsgenerering i VR användes Oculus Rift. Stimuleringen bestod av simulerade fordonsrörelser, ljudstressorer, ljusförändringar, elektrisk stimulering (för att inducera mild fysisk smärta) och negativa sociala omdömen. Scenariot bestod av fyra faser med gradvis ökande intensitet samt vilofaser före och efter uppdraget. Den fysiologiska stressen övervakades kontinuerligt genom mätning av HR, HRV, BP, CO, TPR, EDA och sCort. Den subjektiva stressbedömningen mättes med hjälp av enkäten Threat and Challenge Appraisal (TCA). Kadetternas prestation bedömdes genom deras svar på tidsbegränsade observationsbaserade flervalsfrågor inom scenariot. Fysiologiska data användes också för att klassificera individer som antingen upplevde en utmanings- eller hotrespons, baserat på etablerade kardiovaskulära mönster.

3.2.2 Resultat

Huvudfyndet var att endast den första fasen av scenariot orsakade en signifikant ökning i fysiologiska stressindikatorer såsom HR, CO och EDA. Dessa mått minskade i de senare faserna – trots att stressorerna var designade för att intensifieras – vilket tyder på en initial stark nyhetseffekt som inte bibehölls trots tillägg av stimuli som simulerade explosioner eller negativ feedback. Resultaten var mer specifikt som följer:

- HR och CO ökade signifikant under fas 1 och fas 2 jämfört med vilobaslinjen.
- HRV minskade signifikant under de tidiga faserna, vilket indikerar ökad sympatisk aktivering.
- EDA ökade i fas 1 och förblev något förhöjd i fas 4.
- sCortnivåerna var förhöjda från början (möjligen på grund av förväntansångest) men ökade inte signifikant under scenariot.
- BP och TPR visade inga signifikanta förändringar över faserna.
- Prestationsvärdet sjönk signifikant efter fas 1, vilket tyder på kognitiv överbelastning, även om detta inte tydligt korrelerade med de fysiologiska stressreaktionerna.

[6] https://www.researchgate.net/publication/268449238_GASICA_generic_automated_stress_induction_and_-control_application_design_of_an_application_for_controlling_the_stress_state

Klassificeringen av utmaning kontra hot enligt BPSM visade att endast tre kadetter var fysiologiska ”hotrespondenter” medan 26 var ”utmaningsrespondenter”. Dessa fysiologiska klassificeringar stämde signifikant överens med de subjektiva resultaten från TCA: hotrespondenter rapporterade högre hotbedömningar. Majoriteten av kadetterna uppnådde dock inte den fysiologiska tröskeln för klassificering utan visade tecken på anpassning snarare än eskalerande stress.

3.2.3 Diskussion

Scenariot utlöste en mätbar stressreaktion endast under den första fasen, troligen på grund av nyhetseffekt och initial osäkerhet. Avsaknaden av ytterligare stressrespons under de mer intensiva faserna tyder på att bekantskap och upprepning av uppgifter snabbt reducerade stressnivåerna, trots tillägg av fler stimuli. De extra stressorerna (ljud, ljusförändringar, IED-explosion, sociala omdömen och smärtstimuli) visade sig inte vara effektiva för att vidmakthålla eller öka fysiologisk aktivering. Detta resultat lyfter fram en begränsning i designen av VR-scenariot; utan oförutsägbara konsekvenser eller beslutssituationer med höga insatser anpassade sig deltagarna för snabbt. Återkoppling från kadetterna antydde att mer betydelsefulla utmaningar – såsom taktiskt beslutsfattande, verkliga prestationskonsekvenser eller inspel från överordnade – kunde ha varit mer effektfulla. Trots den begränsade stresseskaleringen validerade studien användningen av fysiologiska mått för att särskilja mellan utmanings- och hotresponser. Överensstämmelsen mellan kardiovaskulära data och subjektiv bedömning stödjer potentialen för framtida realtidsklassificeringsverktyg i träningsapplikationer.

3.3 VR för polisiära navigationsuppgifter

Binsch et al. (2022) undersökte huruvida en tredimensionell VR-simulering kan förbättra polisers navigationsförmåga, stressrespons och återhämtning efter en verklig övervakningsinsats. Med ökade krav på polisinsatser i högriskmiljöer som konserter och offentliga evenemang finns ett behov av effektiva och ändamålsenliga träningsverktyg. Förberedelse utgående från traditionell tvådimensionell kartbild har kända begränsningar när det gäller rumslig förståelse och prestation under stress. VR, som erbjuder immersiva och interaktiva upplevelser, har visat lovande resultat inom andra högriskområden som medicin och militär. Denna forskningsstudie undersökte det praktiska värdet av VR för operativ polisutbildning.

3.3.1 Metod

Deltagarna bestod av 46 nederländska poliser som fördelades slumpmässigt till antingen en VR-simuleringsgrupp eller en kontrollgrupp som använde en traditionell papperskarta. För omvärldsgenerering i VR användes HTC Vive Pro. Båda grupperna fick en kort genomgång och genomförde därefter en övervakningsoperation i realtid under två stora publika konserter (Phil Collins respektive Muse) i Goffertpark i Nijmegen. Förberedelserna varade i 15 minuter. VR-gruppen rekognoserade med hjälp av en tredimensionell, högupplöst simulering av konsertområdet, medan kontrollgruppen studerade en tvådimensionell papperskarta. Övervakningsscenariot inkluderade moment som navigering till specifika målplatser och att reagera på en oväntad simulerad incident.

Prestandamått inkluderade antalet riktningsändringar, tid och tillryggalagd distans. Fysiologisk respons mättes genom: HRV, HR, sCort (som registrerades före, direkt efter,

samt 10 timmar efter uppdraget) samt subjektiv stress, som bedömdes med hjälp av självskattningsskalor.

3.3.2 Resultat

Poliser som förberett sig med VR gjorde signifikant färre riktningsändringar (medelvärde = 8,4) jämfört med kontrollgruppen (medelvärde = 17,9), vilket tyder på mer effektiv och självsäker navigering. Däremot hittades inga signifikanta skillnader i total tid eller tillryggalagd distans mellan grupperna.

VR-förberedda poliser uppvisade lägre HRV under övervakningsuppdraget jämfört med kontrollgruppen. Detta är vanligtvis förknippat med högre kognitiv belastning eller aktivering, men kan också spegla ökat fokus eller ”flow”[7] snarare än stress. Ingen signifikant skillnad observerades mellan grupperna för genomsnittlig HR under uppdraget. Det fanns heller inga initiala skillnader i sCort mellan grupperna direkt efter uppdraget. Däremot hade VR-gruppen signifikant lägre kortisolnivåer 10 timmar efter uppdraget, vilket indikerar snabbare fysiologisk återhämtning från stress jämfört med kontroll-gruppen. Det noterades inga signifikanta skillnader i upplevd stress mellan grupperna under inpassering, navigering eller uppdraget som helhet.

Exempel på anekdotisk återkoppling: VR-förberedda poliser rapporterade bättre miljökännedom, enklare orientering och större självförtroende. Vissa beskrev upplevelsen som trevlig och till och med motiverande. Mild rörelsesjuka rapporterades av några få. Poliser i kontrollgruppen tyckte att kartläsningen var svår och upplevde förvirring över symboler och skalor på kartan.

3.3.3 Diskussion

VR-träningen förbättrade en viktig aspekt av prestationen – vägvalseffektiviteten, vilket visades genom färre riktningsändringar – och tyder på att immersiv simulering kan främja ökad rumslig medvetenhet och mental kartläggning. Även om VR-gruppen inte fullföljde uppdraget snabbare eller klarade av det på kortare distanser, antyder deras rakare rutter att de behövde mindre tid för att söka och orientera sig, vilket resulterade i effektivare navigering. Den minskade HRV:n bland VR-förberedda poliser kan indikera större kognitivt engagemang snarare än stress, vilket möjligen beror på ökad inlevelse eller uppdragsmotivation. Detta överensstämmer med litteraturen som visar att minskad HRV kan förekomma vid fokuserad kognitiv prestation eller tillstånd av flow. Kortisolfynden är kanske de mest betydelsefulla: snabbare återhämtning hos VR-gruppen stöder hypotesen att bättre förberedelse kan dämpa stress efter uppdrag och därmed bibehålla fysiologiska resurser. Dock observerades inga skillnader i subjektiv stress mellan grupperna, vilket kan tyda på att självupplevd stress inte alltid överensstämmer med fysiologiska stressmarkörer.

3.4 Realtidsövervakning av stress i MOUT

Linssen et al. (2022) undersökte om stress effektivt kan framkallas och övervakas hos soldater under dynamisk VR-träning, specifikt i samband med militära operationer i urban terräng (MOUT). Studien utvärderade om även HR, korrigerad för fysisk aktivitet med hjälp av accelerometri, kan vara en bättre indikator på psykologisk stress än okorrigerad HR eller enklare korrigeringsmetoder. VR används i allt högre grad i militär utbildning

[7] Ett medvetandetillstånd som innebär att bli totalt uppslukad av en aktivitet

tack vare dess realism, säkerhet och kostnadseffektivitet. Att övervaka stress i VR-scenarier där deltagarna är fysiskt aktiva är dock en utmaning eftersom fysisk ansträngning påverkar HR. Syftet med studien var att isolera de kognitiva och emotionella komponenterna av HR – så kallad icke-metabolisk HR – från de metaboliska komponenterna orsakade av rörelse, och därmed erbjuda ett verktyg för realtidsövervakning av stress.

3.4.1 Metod

Deltagarna bestod av 24 friska nederländska infanterisoldater, vilka genomförde tre VR-baserade träningsscenarier i urban miljö med hjälp av Black-suit-VR[8]-systemet och simulerad automatkarbin. Systemet består av integrerade sensorer placerade på armar, torso och ben, för att spåra rörelser och positionering i rummet. Den förprogrammerade MOUT-miljön visades för deltagaren genom VR-headset. Scenarierna innebar genomsökning av rum i byggnader försedda med fientliga eller civila avatarer. För att variera stressnivåerna introducerades element som social återkoppling, uppgiftskomplexitet och mörkerförhållanden. Sensorer användes för att mäta HR och fysisk rörelse. Den centrala innovationen var en modelleringsmetod som förutsåg metabolisk HR baserat på accelerometri från en sensor vid höften och subtraherade detta från den totala HR för att få fram modellerad icke-metabolisk HR. Denna metod jämfördes med andra tillvägagångssätt: okorrigerad HR och HR korrigerad genom att subtrahera HR-baslinjer från promenader före eller efter scenariot. Deltagarna fyllde också i självrapporteringsenkäter efter varje scenario, där de skattade sin stress, mentala ansträngning och fysiska belastning. Data analyserades genom upprepade mätningar med ANOVA och generaliserade skattningsekvationer för att utvärdera hur väl varje HR-mått förutsåg de subjektiva rapporterna.

3.4.2 Resultat

VR-scenarierna ökade signifikant genomsnittlig HR jämfört med baslinje både före och efter promenader, vilket bekräftar att uppgifterna framkallade fysiologisk aktivering utöver normal rörelse. Överraskande nog ökade HR inte över de olika scenarierna, utan minskade faktiskt i det tredje scenariot – möjligen på grund av minskad rörelse under mörkerseende-villkoret. Som kontrast ökade självrapporterad stress och mental ansträngning över scenarierna, vilket antyder en bristande överensstämmelse mellan HR och upplevd psykologisk belastning i de senare faserna. Den fysiska belastningen upplevdes som högst under det andra scenariot. Modellerad icke-metaboliska HR förutsåg signifikant den självrapporterade stressen och förklarade 11 % av dess varians när det kontrollerades för scenariot. Detta gällde inte för okorrigerad eller baslinjekorrigerad HR, som inte kunde förutsäga stress på ett tillförlitligt sätt. Däremot förutsåg alla HR-mått signifikant (inklusive okorrigerad HR) den självrapporterade mentala ansträngningen, där okorrigerad HR visade den starkaste korrelationen (42 % förklarad varians). Endast okorrigerad HR förutsåg fysisk belastning, vilket visar att rå HR fortfarande är känslig för rörelse, till skillnad från det korrigerade måttet.

[8] https://re-lion.com/

3.4.3 Diskussion

Studien bekräftade att dynamiska VR-scenarier effektivt kan framkalla psykologisk stress hos soldater, där självrapporterad stress och ansträngning ökade i takt med att uppgifternas krav ökade. Det tredje scenariot, trots minskad fysisk aktivitet, uppfattades som det mest mentalt krävande, vilket visar att uppgiftsdesign kan påverka upplevd stress även när fysiologisk aktivering minskar. Studiens viktigaste bidrag var den framgångsrika implementeringen av en icke-invasiv, accelerometribaserad korrigeringsmetod för övervakning av HR. Denna metod isolerade psykologisk stress mer effektivt genom att ta bort rörelseinducerade ökningar i HR. Metoden visade sig vara mer precis och korrekt än traditionella baslinjekorrigeringsmetoder och möjliggjorde realtidsanalys utan invasiva sensorer eller stora databortfall på grund av rörelseartefakter. Det fanns dock vissa begränsningar. Stressförändringarna mellan scenarierna kan ha varit för subtila för att modellen skulle kunna spåra individuella variationer. Den höftmonterade sensorn kan också ha missat rörelser i överkroppen, såsom vid siktning. Vid framtida utformning av mätsystem bör fler sensorer övervägas för att bättre kunna fånga helkroppsaktivitet. Dessutom var återkopplingen från instruktörerna – som var tänkt att fungera som en stressor – ofta stödjande, vilket eventuellt minskade stressnivåerna snarare än ökade dem.

3.5 VR för att utvärdera HPO-tekniker för kognitiv förbättring

Landman et al. (2023) undersökte hur VR kan användas som en metod för att utvärdera HPO-tekniker, med särskilt fokus på aktionsintelligens i militära sammanhang. Aktionsintelligens avser förmågan att prestera väl i kognitivt och fysiskt krävande uppgifter, såsom närstrid i trånga utrymmen (eng. Close-Quarters Battle, CQB). Traditionellt har utvärdering av aktionsintelligens till stor del baserats på subjektiva bedömningar från instruktörer under live-träning, vilket är tidskrävande och kan vara föremål för partiskhet. VR användes för att skapa kontrollerade, naturliga scenarier och möjliggöra inspelning och analys av prestation på ett mer objektivt, effektivt och skalbart sätt. Det övergripande målet var att etablera ett ramverk för att utvärdera framtida kognitiva HPO-interventioner i en militär kontext.

3.5.1 Metod

Deltagarna bestod av 16 soldater från specialförband och 22 soldater från reguljärt infanteri. Båda grupperna deltog i CQB-scenarier som skapats i VR och vissa genomförde även verklighetsbaserade tester som jämförelse. De beroende variablerna inkluderade kvantitativa prestationsindikatorer (såsom olika åtgärder och handlingar samt hastighet vid rensning av rum), kvalitativa instruktörsbedömningar samt resultat från kognitiva datorbaserade tester (såsom Stop Signal Tasks (SST) och Raven’s Progressive Matrices). Fysiologiska och psykologiska responser, inklusive upplevd stress och mental ansträngning, registrerades också. Forskningsdesignen syftade till att identifiera kvantitativa indikatorer på aktionsintelligensprestation som i framtiden kan digitaliseras för automatisk utvärdering.

3.5.2 Resultat

Både VR- och de fysiska miljöerna framkallade liknande nivåer av upplevd stress och mental ansträngning bland deltagarna. VR-systemet visade sig kapabelt att presentera realistiska och utmanande situationer, vilket stödjer dess användning som verktyg för testning av kognitiv prestation. Kvantitativa mått visade att soldater från specialförbanden rensade rum signifikant snabbare och uppvisade något bättre handlingsförmåga jämfört med reguljärt infanteri. Dock hittades få starka samband mellan individernas prestation i VR och resultat från standardiserade kognitiva tester, vilket tyder på att de kognitiva färdigheter som är relevanta för CQB kanske inte fångas väl av befintliga datorbaserade tester. Deltagarnas återkoppling lyfte fördelarna med VR för träning i anpassningsförmåga och beslutsfattande under osäkerhet och stresshantering. De påvisade också begränsningarna med VR avseende uppgifter som kräver god visuell återgivning och realistisk kommunikation.

3.5.3 Diskussion

Användningen av VR gav lovande indikationer på att det kan utgöra en valid och flexibel plattform för att utvärdera mänsklig kognitiv prestation under realistiska förhållanden, vilket är avgörande för att testa HPO-tekniker såsom neurostimulering. Trots de övergripande positiva resultaten visade studien att inte alla aspekter av CQB-prestation kunde testas lika väl i VR – särskilt färdigheter som kräver detaljerad visuell urskiljning eller komplexa mänskliga interaktioner. Ändå möjliggjorde VR snabba uppsättningar av scenarier, realistisk oförutsägbarhet och effektiv datainsamling, vilket gör det lämpligt för att mäta nyckelkomponenter av aktionsintelligens såsom situationsmedvetenhet, hastighet vid beslutsfattande och precision under handhavande. Studien betonade också att individuella prestationsskillnader var märkbara och att framtida VR-baserade tränings- och utvärderingssystem måste tillåta en hög grad av individualisering. Vidare visar avsaknaden av starka samband mellan kognitiva datorbaserade tester och operativ prestation i VR att nya, domänspecifika kognitiva mått kan behöva utvecklas för att bättre följa effekterna av HPO-tekniker på operativt relevanta kognitiva förmågor.

4 AI-genererat material

Artificiell intelligens (AI) är ett område där både forskning och intresse har gått i cykler, med högt intresse och snabb utveckling under en period följt av en minskning som kallas ”AI-vinter” (Taulli, 2021). Sedan lanseringen av ChatGPT år 2022 har AI-intresset återigen ökat, och huruvida en AI-vinter kommer att återvända kan endast framtiden avgöra. Den senaste cykeln har gjort generativ AI till en teknik som konstant utvecklas och integreras i vardagen. Funktionaliteten hos stora språkmodeller har successivt expanderat från grundläggande textbaserad interaktion till multimodala system med förmågan att generera text, bilder och videor. I och med att generativ AI och stora språkmodeller har blivit ett område med stor utvecklingspotential är det av intresse att undersöka dess potential i områden såsom militär utbildning och träning, där både video, spel och simuleringar kan vara relevant. Möjligheter samt begränsningar bör undersökas för att vara i framkant avseende tillämpning och nyttiggörande, istället för att hamna efter.

Kapitlet behandlar hur generativ AI och simuleringsplattformar kan användas i militär träning. Tre delområden beskrivs: AI-genererad video, användning av AI i spelutveckling samt interaktiv generativ video och miljö. Kapitlet går även igenom risker, etiska frågor och rättsliga ramar att ta hänsyn till för AI-genererat material inom militär utbildning.

4.1 AI-genererad video

De senaste årens utveckling har gjort det lätt för var och en att skapa AI-genererat material i form av text, bilder och videor. För bara något år sedan såg AI-genererade videor uppenbart felaktiga ut, men många av dem är numera så verklighetstrogna att det kan vara svårt att skilja en AI-genererad video från en verklig.

4.1.1 Hur en video skapas med generativ AI

Innan 2017 fokuserade AI på specifika uppgifter genom väglett lärande (eng. supervised learning), en maskininlärningsteknik som innebär att en avbildning etableras mellan en uppsättning indatavariabler till en utdatavariabel för att kunna förutsäga utdata för tidigare osedda indata (Cunningham, 2008). I och med introduktionen av transformer-arkitekturen började modeller identifiera mönster i data, vilket gjorde dem bättre på att hantera mer varierade uppgifter (Korzynski et al., 2023). Sekventiell bearbetning var vanligare bland äldre arkitekturer där ett ord eller token bearbetades i taget i turordning, medan transformerarkitekturen möjliggör en parallell bearbetning (Vaswani et al., 2017). Den stora utvecklingen som har skett de senaste åren är ett resultat av en annan maskininlärningsteknik, icke-väglett lärande (eng. unsupervised learning). I icke-väglett lärande finns ingen förväntad utdatavariabel, utan datorn får lära sig mönster enbart från indatan. På så sätt kan modeller lära sig från stora och ostrukturerade dataset (Korzynski et al., 2023).

Den AI som allmänt benämns som generativ AI är baserad på dessa maskininlärningsmetoder och möjliggör generering av olika typer av innehåll genom promptbaserad interaktion. Trots att detta kan uppfattas som intuitivt, krävs det färdighet för att uppnå önskad kvalitet i resultatet. Prompt engineering (promptning, att ge en slags uppmaning) är konsten att styra AI-modeller till att generera det innehåll som passar det önskvärda utfallet, och ser till att outputen är sammanhängande, logisk och korrekt (Korzynski et al., 2023) och innebär att skapa instruktioner (prompter) genom text. Allt oftare blir det också viktigt att ge modellen mer kontext och bakgrundsinformation till det

innehåll eller den information som önskas, och som en konsekvens av detta har konceptet context engineering[9] uppkommit. Utöver att endast ge modellen en kort prompt om önskvärd output innebär context engineering att ge modellen relevant bakgrunds-information, till exempel i form av dokument.

I Figur 1och Figur 2 visas exempel på bilder som genererats med hjälp av AI i bildbanken Shutterstock. Figurtexterna innehåller de prompterna som gavs till modellen för att skapa bilderna. Den översta bilden genererades med en kort prompt, medan den undre bilden genererades med en mer detaljerad och beskrivande prompt. Båda sätten kan ha sina för- och nackdelar beroende på vad användaren är ute efter. Som framgår av bilderna leder även mycket korta beskrivningar till relativt bra bilder, men ofta kan det vara nödvändigt att precisera olika aspekter för att åstadkomma det önskade innehållet. Detta kan handla om väderförhållanden, hur kläder ser ut och dylikt.

Figur 1. AI-genererad bild med prompten: A soldier facing away, standing next to a military vehicle in a training environment.

[9] https://contextengineering.ai/blog/what-is-context-engineering/

Figur 2. AI-genererad bild med prompten: A realistic, photographic image of a soldier wearing modern military uniform, standing beside a military vehicle in a desert environment. The scene takes place in the early morning, with soft natural light and long shadows. The soldier is facing away from the camera, looking toward the horizon. The image has muted colours and a documentary-style aesthetic.

För att skapa en video används antingen text-till-video-teknik (eng. Text to Video, T2V) eller bild-till-video-teknik (eng. Image to Video, I2V). I T2V baseras videon på en beskrivande textprompt. I I2V ges modellen en bild att utgå ifrån som en visuell startpunkt, ofta kombinerat med en textprompt som komplement. T2V erbjuder en större kreativ frihet då användaren inte är begränsad av befintliga bilder. Detta gör det möjligt att beskriva nya scenarier och karaktärer som endast är begränsade av modellens träningsdata och ens egen fantasi. I2V, å andra sidan, erbjuder mer kontroll och förutsägbarhet, med källbilden som ett visuellt ankare där stil och motiv redan är definierade. Modellens jobb blir enbart att tillföra rörelse. Kant (2024) jämförde dessa två olika tekniker med *Kling AI*, ett av många befintliga AI-verktyg. T2V var enligt Kant (2024) bäst för kreativ frihet, samt för stilistisk kontroll över en hel scen. I2V hade fördelarna att videokvaliteten var bättre (givet att bilden hade hög kvalitet), inlärningskurvan var inte lika brant och resultaten blev mer konsekventa medan det var svårare att förutse output med T2V. Bearbetningstiden var även något kortare med I2V (1–3 minuter) än T2V (2–5 minuter). I utbildningsinnehåll och mer detaljerade historiebaserat innehåll rekommenderas T2V, medan I2V rekommenderas när ett enhetligt varumärkesintryck är avgörande (Kant, 2024).

4.1.2 AI-verktyg för att generera videor

Idag finns många verktyg för att skapa videor med AI-teknik och de fortsätter att bli bättre i snabb takt. Exempel på ett urval av dessa verktyg representeras i Tabell 2. Data över genereringstid och kvalitetsbedömningar varierar mellan källor, och många jämförelser bygger på respons från användare och olika sammanställningar snarare än standardiserade tester. På grund av detta, och eftersom mycket kan ske i utvecklingen på kort tid, bör inte alltför stor vikt läggas vid specifika egenskaper hos de olika verktygen.

Tabell 2. Översikt över verktyg för att generera video med hjälp av AI.

Verktyg	**Max-upp-lösning**	**Max-längd**	**Multi-shot**	**Ljudgenerering**
		(s)		
Kling AI	1080p	10	Ja	Ja
Runway 4.5	720p	10	Ja	Ja
Veo 3.1	1080p	8	Nej	-
Sora 2	1080p	15–20	Ja	Ja
Pika 2.5	1080p	10	Nej	Ja
Firefly	1080p	5	Nej	Nej
Hailuo 2.3	1080p	5	Nej	Nej
Luma Ray3	4K HDR	10	Nej	Ja
LTX-2	4K	60+	-	Ja

Samtliga verktyg i tabellen använder T2V-teknik för att skapa scener från textbeskrivningar och alla utom *Luma Ray3* använder också I2V-teknik. Utöver visuell generering har många verktyg numera synkroniserad ljudgenerering till videoklipp i form av till exempel ljudeffekter, bakgrundsmusik eller i vissa fall tal. Då ljudet ofta genereras i samspel med det visuella innehållet innebär det att ljudeffekter anpassas till vad som sker i bild. Vissa verktyg kan också generera tal som är synkroniserat med karaktärers munrörelser, men graden av realism och temporal precision är varierande. Denna utveckling har genomgått betydande förändringar enbart under andra halvan av 2025. En av anledningarna till att OpenAI:s *Sora 2* har blivit så uppmärksammad var just på grund av att det var en av de första modellerna att inkludera ljud, men detta är något som många andra modeller har kommit ikapp med.

Även om modellerna har olika styrkor och till viss del olika egenskaper, delar de också flera övergripande karaktärsdrag: de flesta har en maximal upplösning av 1080p och en maximal längd på genererade klipp mellan 5 och 10 sekunder. *Luma Ray3* och *LTX-2* utmärker sig genom att kunna skapa videor i 4K. Maxupplösningen i verktygen varierar ofta mellan betalningsplaner; upplösningen som står i tabellen är baserad på den högsta upplösningen över samtliga betalningsplaner.

Vid jämförelser av olika verktyg (se till exempel Elwyn (2025) och The AI Rankings (u.å.)) framgår att verktygen har olika styrkor och svagheter i realism, kvalitet, ljudsynkronisering och genereringstider. Enligt Elwyn (2025) är några av de bästa verktygen för realism och korrekthet *Runway*, *Kling AI* och Hailuos *Minimax*. Runway anses generellt vara ett av de bästa verktygen gällande visuell kvalitet och stilkontroll, men har mindre avancerad ljudgenerering än till exempel Veo 3.1. Googles Veo 3.1 anses vara den bästa modellen för ljud- och bildsynkronisering, och den kan generera både dialog och ambient ljud och musik tillsammans med video i ett steg. Detta är också ett av de dyraste verktygen på marknaden.

Kling AI anses istället vara ett billigare alternativ som samtidigt ger bra kvalitet, men både karaktärskonsistens och ljudkvalitet är generellt lägre än hos modeller som Veo 3.1 och Sora 2. Den största fördelen med Sora 2 ska vara dess narrativa kontroll via storyboard-funktioner, samt stark fysisk realism jämfört med många konkurrenter. I nuläget är verktyget endast tillgängligt i Kanada och USA, men förväntas snart komma till andra delar av världen.

En annan stor skillnad ligger i videokvaliteten: de som har sett AI-genererade videor vet att de kan vara högupplösta till den grad att de ser overkliga ut. Med *Sora 2* går det dock att ha olika kvaliteter på videorna; till exempel går det att på ett realistiskt sätt generera en video som ser ut att vara filmad med en mobil- eller en övervakningskamera. Pika har å andra sidan mindre fokus på realism i narrativa klipp än andra verktyg, men ska ha mer kreativa visuella effekter. Beroende på upplägg kan Pika vara relativt snabbt vid generering av video. Även Hailuo har en förbättrad generationstid (2–5 min) efter nya uppdateringar. Genereringstid kan vara ett problem vid användningen av vissa av dessa verktyg, särskilt med gratisversioner eller billigare betalningsplaner. Med Klings gratisversioner kan väntetiden för att få påbörja generera en video vara upp till ett par dagar om efterfrågan är stor. Även Sora 2 har en genereringstid åt det längre hållet, och kan ta mellan 5 och 15 minuter.

I oktober 2025 lanserade Lightricks LTX-2 som ett nytt open-source alternativ, vilket möjliggör insyn i modellens uppbyggnad samt lokal körning och anpassning. Open-source alternativen har dessutom fördelen att de är gratis att använda till skillnad från många proprietära AI-verktyg som ofta har dyra prenumerationer med mycket begränsade gratisversioner.

Något som skiljer både LTX-2 och Adobe Firefly från andra verktyg är att de är tränade på data som varken är upphovsrätts- eller varumärkesskyddat: LTX-2 är tränad på licenserad Getty/Shutterstock, och Firefly på licenserad Adobe stock. Detta gör att videorna är kommersiellt användbara utan några upphovsrättsliga risker (Ortiz, 2025), något som annars är ett problem med de flesta AI-modeller.

De videoklipp som går att skapa med AI-verktyg är inte särskilt långa. De flesta genererade klipp har en maxlängd mellan 5 och 20 sekunder, vilket är ett relativt kort för att vara användbart i utbildningssyfte. En del verktyg har dock en förlängningsfunktion som gör det möjligt att utveckla klippet till en längre video på flera minuter genom att basera ett nytt klipp på slutbilden av den tidigare genererade videon. Både *Veo 3* och *Kling AI* har en sådan funktion (Elwyn, 2025). Att få hela klippet att bli logiskt sammanhängande och konsekvent kan dock fortfarande vara en utmaning.

Genereringstiden för dessa klipp som är 5–20 sekunder långa varierar. Att generera ett kort klipp upp till åtta sekunder med *Veo 3* kan ta mellan en och fem minuter. Enligt Elwyn (2025) tog det runt 10–20 minuter att generera en 16 sekunder lång video med *Runway*, vilket var längre än de flesta andra modeller. Det verkar i nuläget som att en 15 sekunder lång video kan ta mellan 2–6 minuter att generera i *Sora 2*. Med gratisversionen *Kling AI 1.6* tog det tre timmar att generera en sex sekunder lång video. Detta problem verkar dock inte ha funnits på premiumversionen (Elwyn, 2025). *Adobe Firefly* hade å andra sidan en betydligt kortare genereringstid jämfört med de flesta modeller.

4.1.3 Diffusionsmodeller och temporalt minne

Trots att det numera cirkulerar många AI-genererade klipp på sociala medier som ser realistiska ut – åtminstone vid en första anblick – är det få modeller som är bra på att hålla allting konsekvent realistiskt och inom fysikens lagar, särskilt när klippen blir längre. Anledningen är att de flesta nutida bild- och videogenereringssystem är baserade på diffusionsmodeller. Diffusionsmodeller används för att skapa nya dataexempel genom att lära sig att gå från brus till en realistisk bild. Detta betyder att modellerna utgår från en verklig bild och gradvis tillsätter gaussiskt brus tills det enda som återstår är slumpmässigt brus. Under träningen lär sig modellerna hur dessa brusiga bilder ska rensas steg för steg för att komma tillbaka till en bild. När diffusionsmodellen är tränad har den lärt sig det statistiska mönstret i hur riktiga bilder ser ut jämfört med brus, och kan därför baserat på slumpmässigt brus generera en bild (Bergmann & Stryker, u.å.). Detta fungerar utmärkt för bilder, men skapar ofta kontinuitetsproblem i videor.

De flesta AI-verktyg använder denna arkitektur som är tränad på stora dataset av statiska bilder och korta videoklipp. Det som skapar en brist på temporalt minne är att denna arkitektur baserad på diffusionsmodeller generellt genererar en bildruta i taget (Shahzad & Waseem, 2025). Traditionella diffusionsmodeller för video använder ofta en autoregressiv process, alltså att varje bildruta genereras i ordning en i taget, baserat på bildrutan som kommer före (Song et al., 2025). Det finns därmed inget minne för till exempel karaktärer eller miljö över tid. Modellen kommer alltså inte ihåg hur en miljö ska se ut, utan skapar detta flera gånger från statistiska mönster i data. Detta kan leda till att personer och miljöer ändrar utseende ju längre ett klipp är.

Att generera en sekvens av hundratals bilder som hänger ihop är således tekniskt sett betydligt svårare än att generera en enskild bild. Det kräver att modellen ska förstå var objekt är i 3D, hur de rör sig fysiskt och hur sådant som ljussättning och kameraposition ska bete sig. Modellerna lär sig inte verkliga fysiklagar, utan enbart statistiska mönster, vilket innebär till exempel att vissa kroppsrörelser kan se konstiga ut, att objekt åker in i varandra, och att skuggor eller ljus blir inkonsekventa. Att modellen måste bibehålla sammanhang över tid, samt att det blir mer beräkningstungt för systemen när klippen ökar i längd, är en av anledningarna till att videorna som genereras ofta endast är några sekunder (Shahzad & Waseem, 2025; Song et al., 2025). En ytterligare anledning är en avsaknad av träningsdata för längre sekvenser, då dessa är svårare och dyrare att samla in och använda i träning jämfört med kortare klipp (Shahzad & Waseem, 2025).

För att adressera några av begränsningarna med diffusionsmodeller har Song et al. (2025) studerat en metod som kallas Generative View Stitching (GVS). Metoden möjliggör kollisionsfri, kamerastyrd videogenerering för fördefinierade banor, och erbjuder ett icke-autoregressivt alternativ till förlängning av videor. Kärnan i GVS är parallell sekvens-generering: istället för att generera videosekvensen i ordning skapas alla delar samtidigt. Detta innebär att modellen tar hänsyn till både dåtida och framtida kamerarörelser, vilket ska förhindra annars vanligt förekommande problem med kamerabanan som att den går igenom väggar (Song et al., 2025). Medan GVS är en mycket lovande metod för videor med kamerarörelser, förbestämda rutter och statiska miljöer, behövs andra metoder för vyer med stillastående kamera eller dynamiska miljöer. För att adressera de fysikaliska begränsningarna som ofta uppstår i dynamiska genererade miljöer ser nutida forskning på tekniker som kan integrera fysik i generativ video. Exempel inkluderar VideoREPA (Zhang et al., 2025), som tränar T2V-modeller för att förstå fysik, och PhysCtrl (Wang et al., 2025), som använder fysik- och materialegenskaper för att styra rörelse och

interaktion. Robust fysisk konsistens i komplexa videomiljöer är ännu inte realiserad, men dessa metoder visar lovande resultat.

4.1.4 Generering av videor i utbildningssyfte

Den snabba utvecklingen av AI-verktyg för videor öppnar frågor om möjligheten att använda dem för att skapa videor i militärt utbildnings- och träningssyfte. Ett exempel på en video kan handla om att demonstrera sätt att ta hand om en sårad soldat i fält. I ett idealt scenario skulle en sådan video kunna genereras snabbt, eventuellt finslipas tills innehållet är önskvärt, och sedan användas som en utbildningsfilm. Denna användning skulle potentiellt sett kunna bli effektivare, mindre kostsam och mer realistisk jämfört med nuvarande metoder.

Det återstår dock en hel del frågor, ställningstaganden och begränsningar att beakta. En begränsning i det tidigare nämnda exemplet är att modeller som *Sora 2* inte tillåter användare att generera vad som helst, då det finns blockader mot prompter som inkluderar bland annat våld och stötande bilder som till exempel innehåller blod. Dessa begränsningar är ofta nödvändiga för att förhindra individer från att generera innehåll som kan vara skadligt, men i detta exempel skulle det försvåra implementeringen. En annan begränsning är att modeller inte är väl tränade på militära användningsområden, till exempel sårade soldater, vilket kan resultera i mindre verklighetstrogna videor eller felaktig information. Detta innebär att det sannolikt finns ett behov av specifikt nytt bildmaterial för att träna modeller för militära syften. En eventuell implementering av sådana verktyg som *Sora 2* förutsätter att mänsklig kompetens och expertis används för att kontrollera och kvalitetssäkra det videomaterial som genereras.

Resultaten av AI-genererade videor ser ofta imponerande ut, men är i praktiken inkonsekventa vid faktisk användning. De kan fungera för att prova idéer, men det är svårt att få naturlig rörelse eller emotionell nyansering i klippen. T2V-teknik har problem med kontinuitet, och det finns en risk att avatarbaserade verktyg snabbt ger en ”uncanny valley”-effekt[10]. I nuläget måste mer tid ofta läggas på korrigering än faktiskt skapande. Det blir avvägning mellan hur effektivt det är med AI-videor gentemot hur korrekta genereringarna blir och hur mycket tid som måste läggas ned för att få önskvärt resultat.

4.2 Användning av AI i spelutveckling

AI har blivit en allt viktigare del av spelutveckling, både för generering av innehåll och för att styra spelupplevelsen. I textbaserade spel som *AI Dungeon* formas berättelsen efter spelarens val, medan projekt som *Voyager* i Minecraft låter AI-agenter lära sig agera och navigera i världen på egen hand (Wang et al., 2023). Idén bakom *AI Dungeon*, som vid lanseringen 2019 var baserat på en GPT-2-modell, var att skapa ett datorspel som likande rollspelet *Dungeons & Dragons*. I AI Dungeon styr en språkmodell spelet likt spelledaren (Dungeon Master) i originalrollspelet för att skapa scenarier som inte är lika förutbestämda som i traditionella datorspel (AI Dungeon, u.å.). Dessa spel är gjorda i underhållningssyfte, men i professionella spel i utbildningssyfte finns det också möjligheter för AI att

[10] Hypotesen är att allteftersom en robot blir mer människolik i sitt utseende och sina rörelser, blir en människas emotionella respons till roboten mer positiv och empatisk, ända till en vändpunkt där reaktionen snabbt övergår i avsky.

förändra spelupplevelsen. Detta är vad som diskuteras i kapitlet, både i form av de största användningsområdena inom spel, och hur detta kan nyttjas för militär träning.

4.2.1 Tekniker för spelutveckling

I AI-drivna spel används en rad olika tekniker för att skapa mer dynamiska och anpassningsbara spelupplevelser, såsom maskininlärning, naturlig språkbehandling (eng. natural language processing, NLP) och förstärkningsinlärning (eng. reinforcement learning, RL). Ett nytt användningsområde inom spelutveckling där flera av dessa tekniker används är för icke-spelbara figurer (eng. non-player character, NPC) – karaktärer i ett spel som inte styrs av någon spelare. Maskininlärningsmodeller används för att bland annat analysera spelarbeteenden och att justera svårighetsgraden i spelet dynamiskt utefter spelarens resultat. NLP gör det möjligt att ha mer öppna konversationer med till exempel NPC:er och RL gör att AI:n kan förbättras över tid, där till exempel NPC:er kan lära sig från varje interaktion och vidare utveckla sitt agerande utifrån det (The Data Community, 2025). Detta skiljer sig från traditionella interaktioner med NPC:er, som är förutbestämda med ett begränsat antal utfall (Parvini, 2024).

Med hjälp av AI kan NPC:er anpassa sig och lära sig av spelarens handlingar istället för att ha ett förutbestämt beteende. Dessutom, kan NPC:er med hjälp av AI reagera på ett mer mänskligt och naturligt sätt för att göra spelscenariot mer verklighetstroget (Anand, 2024). Bland annat Ubisoft och Nvidia använder numera AI för mer frigående NPC:er (Parvini, 2024). Denna interaktiva styrning gör det möjligt att påverka berättelsen och händelseförloppet, vilket kan liknas vid rollspel.

Den vanliga NPC-upplevelsen slutar oftast på ett och samma sätt; spelare får den information som de behöver och fortsätter vidare i spelet (Parvini, 2024). Det är dock sällan som saker går till på detta sätt i verkliga livet. Detta behöver inte spela stor roll för den gemena spelupplevelsen, men i de fall då spel används i utbildningssyfte, kan det vara desto viktigare.

4.2.2 Spel och simuleringar med AI i militärt utbildningssyfte

I ett utbildningssyfte för militär skulle serious gaming och simuleringar med generativ AI innebära att soldater kan tränas i mer oförutsägbara scenarier. I nuläget är skapandet av scenarier ofta begränsat av den arbetstid som behövs för att generera desamma. Detta leder i regel till att övningsbanken blir begränsad. Dessutom är interaktiviteten skriptad och riskerar därmed att bli alltför lätt att förutse. Det som AI kan bidra med i sammanhanget är större flexibilitet, variation och ökad möjlighet till individanpassning. Tekniskt sett skulle scenarierna kunna uppgå till ett oändligt antal, allt beroende på hur personen i fråga agerar. Detta skulle göra träningen mer unik och specialiserad för varje individ, och därmed användas till att skräddarsydda övningar för att stärka individers eventuella svagheter.

Ett exempel är en soldat som ska lära sig om en främmande kultur och de bästa sätten att agera och kommunicera för att få fram ett budskap. Det är troligt att interaktionen med AI-drivna NPC:er i en videosimulering eller spel skulle vara mer effektiv för inlärning jämfört med icke-AI-drivna NPC:er. Detta eftersom interaktionen med AI-drivna NPC:er skulle vara bättre på att förbereda soldaterna för en verklighet som är oförutsägbar och komplex. Av de framsteg som AI för med sig inom spelvärlden är det inom NPC-beteende som det förväntas ske mest utveckling de kommande åren (Verified Market Reports, 2025).

Med hjälp av generativ AI skulle det gå att skapa fiendestyrkor som uppvisar människoliknande intelligens och förmågan att anpassa sin taktik som svar på användarens handlingar, vilket bidrar till mer realistiska och oförutsägbara strider. Detta bör förbereda soldater på ett mer effektivt sätt för olika komplexitet i verkliga stridsförhållanden (Breeden, 2024). Nato har börjat undersöka implementering av AI i simuleringsbaserade träningsprogram i syfte att förbättra realism och anpassningsförmåga i militär utbildning. I detta fall används system för att skapa dynamiska träningsmiljöer där aktörer kan reagera baserat på föränderliga förhållanden, vilket bygger på maskininlärning, neurala nätverk och adaptiva beslutsmodeller. Syftet är att efterlikna mänskligt beteende och oförutsägbarhet i komplexa konfliktsituationer. Enligt Ortmann (2024) är fördelarna i att introducera AI i träningsprogram att soldater kan lära sig snabbare, tänka mer flexibelt och anpassa sig bättre till nya situationer. Därutöver gör AI-aktiverade scenarier det möjligt att snabbt inkorporera nya hot i träningsscenarier, vilket säkerställer att träningen förblir relevant med tanke på den föränderliga naturen på det moderna slagfältet. Samtidigt befinner sig tekniken fortfarande i ett utvecklingsstadium (Ortmann, 2024).

4.3 Interaktiv generativ video och miljö

Nästa möjliga steg i utvecklingen är något som kallas interaktiv generativ video (IGV). Enligt Yu et al. (2025) karaktäriseras IGV av två saker: dels är det generativt och använder generativa modeller som är tränade på stora dataset med videor, dels är det interaktivt vilket möjliggör att användare kan utföra bestämda uppgifter eller få särskilda upplevelser genom sina interaktioner. I stället för att endast se en genererad video, spela i en fördefinierad värld eller delta i en vanlig simulering, skulle användaren kunna interagera direkt med ett videobaserat scenario som genereras i realtid av en AI-modell. Det innebär att berättelsen, miljön och karaktärerna inte bara ”spelas upp”, utan formas av hur användaren beter sig i stunden. Rent praktiskt skulle det fungera som ett slags påverkbart videoscenario i en AI-genererad miljö, där användaren gör ett val och AI:n genererar nästa sekvens baserat på detta. Framöver, beroende på hur utvecklingen av IGV fortskrider, kan allt från interaktiva utbildningsfilmer till mer avancerade simuleringar där varje situation utvecklas dynamiskt bli möjligt. Denna typ av teknik kan få stor betydelse i utbildning och träning, särskilt i områden där realistiska scenarier behövs men är svåra eller dyra att skapa manuellt.

För att manuellt producera realistiska träningsvideor i fysisk miljö krävs dels skådespelare och/eller statister och teknisk personal på plats. Produktionstiden kan vara lång, inklusive preproduktionen, inspelning och postproduktion med redigering. I traditionell produktion kan det också vara svårt att skapa ett stort antal scenarier med små variationer utan mycket stor kostnad och mycket tid. I vissa fall kan dessa produktioner behöva skapas i specifika terränger eller platser som kan innebära säkerhetsrisker för inspelning, till exempel instabila byggnader. Att transportera personal och utrustning till sådana platser kan vara orealistiskt, och att återskapa dessa miljöer någon annanstans kan bli dyrt. Med det finns ingen garanti för att genererade videor innebär lösningen till alla dessa aspekter, men en övervägning bör göras. Det är möjligt att det visar sig vara mycket kostsamt eller svårt i olika aspekter även med genererade videor.

Det återstår många utmaningar. Dagens videogenerering är inte tillräckligt stabil för att drivas i realtid, och särskilt inte om användaren ska kunna påverka händelseförloppet. Det behövs också modeller som kan förstå och minnas vad som finns i scenen, hur objekt rör sig, och framför allt hur världen bör reagera på användarens handlingar. Dessutom

behöver systemen kunna tolka input som röst, text, rörelse eller knapptryckningar. Ett annat problem är att en sådan kontinuerlig generering av video skulle kräva enormt mycket beräkningskraft.

Enligt Yu m. fl (2025) är den mest dominerande metoden idag diffusion, vilket redan används i generativa spelplattformar som Oasis och Genie2, men de är långsamma, beräkningstunga och ofta inte helt i realtid. Autoregressiva modeller används till exempel i MineWorld, där kontroll och kausalitet är viktigare än bildperfektion, men förutom en sämre bildkvalitet, sprids även fel över tid. Av dessa anledningar fokuserar samtida forskning i ökande grad på hybridmodeller, vilket enligt Yu et al. (2025) är det mest lovande spåret rent praktiskt, men det är oklart hur lång tid det kan dröja innan det kan realiseras. Yu et al. (2025) anser att de största utmaningarna idag och de områden som har störst utvecklingspotential gällande IGV applicerat på spel är att hålla karaktärer, historik och scener konsekventa, samt gameplay-logik[11] och bättre realtidsprestanda.

4.4 Rättsliga ramar

Användning av generativ AI medför ett ansvar att hantera det på ett ansvarsfullt sätt vilket inkluderar rättsliga och etiska frågor, bland annat i fråga om kreativa rättigheter och intellektuell egendom (The Data Community, 2025). När nya tekniker utvecklas som får stor samhällsanvändning följder det att användningen kan behöva regleringar. Att fastställa lagar, ramverk, förordningar och riktlinjer är dock ofta en tidskrävande och komplicerad process, vilket gör att de ofta ligger efter när tekniken utvecklas och förändras snabbt. Det finns idag en del rättsliga ramar att förhålla sig till vid användning av AI att överväga vid en militär tillämpning.

4.4.1 Internationella ramverk och AI-förordningen

I december 2023 infördes *ISO/IEC 42001:2023* som internationellt ramverk för ansvarsfullt och etiskt användande av AI. Denna standard adresserar bland annat etiska övervägningar, bias, transparens, säkerhet och integritet och är främst till för att organisationer och utvecklare ska ha riktlinjer att förhålla sig till. Ramverket är inte juridiskt bindande, men erbjuder strukturerade riktlinjer för balansering av riskhantering och möjligheter kopplat till AI.

Sedan 2024 finns även *Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2024/1689* om artificiell intelligens, ofta kallad AI-förordningen, som utgör EU:s rättsliga ramverk för AI. Denna förordning har varit under framtagande sedan Europeiska kommissionen (2021) föreslog en rättsakt om artificiell intelligens i april 2021. Förordningen klassificerar AI-system utifrån olika risknivåer för att se till att grundläggande rättigheter skyddas. De fyra klassificeringarna för AI-system är oacceptabel risk (också känt som förbjudna AI-system), hög risk, begränsad risk samt minimal risk. Enligt artikel 5 i förordningen är system med oacceptabel risk sådana som anses utgöra ett så pass stort hot mot säkerhet, liv eller grundläggande rättigheter att de är förbjudna. Hit hör bland annat biometriska kategoriseringssystem för känsliga attribut, social poängsättning (eng. social scoring) och system som bedömer risken för att en individ begår brott enbart baserat på profilering eller personlighetsdrag. Hög-risksystem är tillåtna men omfattas av strikta krav då de kan

[11] Gameplay syftar på den interna logiken i spelet, inklusive regler, begränsningar och konsekvenser som styr hur spelarens handlingar påverkar spelvärlden.

påverka hälsa, säkerhet eller grundläggande rättigheter. System med klassificeringen begränsad risk är system som inte anses vara så farliga att de behöver full reglering, men det kan fortfarande finnas krav på aspekter som transparens och information till användare. Sist finns det många system som inte anses utgöra särskilt stora hot eller risker. Dessa minimal-risksystem har generellt inga speciella regleringar utöver den vanliga lagstiftningen.

Vid ett eventuellt införande och applicering av träning som inkorporerar generativ AI i form av video eller miljö för militären måste detta tas i beaktning och säkerställa att AI-systemen inte utgör höga risker för andras säkerhet, vare sig det är fysiskt, psykiskt eller ekonomiskt. Enligt artikel 2.3 i AI-förordningen finns det dock ett undantag för militära syften. Detta undantag finns eftersom EU inte har rätt att reglera medlemsländers militära verksamhet. Sverige har inte (ännu) någon särskild lag som enbart och uttryckligen reglerar användningen av AI i militärt eller defensivt syfte på samma sätt som AI-förordningen reglerar civil användning. Däremot har det tillkommit utredningar och nationella regleringar för AI-system i Sverige; regeringen har tillsatt en utredning *Anpassningar till AI-förordningen (SOU 2025:101*) för att föreslå hur AI-förordningen ska kunna anpassas till en svensk kontext.

Vid användningen eller utvecklingen av till exempel ett spel eller en video med AI är frågan då istället om den används *exklusivt* för militära syften – annars klassificeras det under AI-förordningen. Då måste det säkerställas att systemet följer riktlinjerna. Det är inte sannolikt att AI-förordningens regleringar för vare sig oacceptabla eller hög-risksystem kommer att vara direkt applicerbara på just AI-genererade videor eller spel, men de andra klassificeringarna (begränsad eller minimal risk) kan behöva beaktas (Rönnback, 2023). De flesta AI-system innebär inga större risker. AI-drivna spel har överlag minimal risk, och påverkas i allmänt inte av AI-förordningen. AI-system som genererar innehåll klassificeras generellt under system med begränsad risk, och kräver bland annat transparens om hur innehållet är skapat (Europeiska kommissionen, 2024).

4.4.2 REAIM och Nato:s AI policy

För att vidare följa utvecklingen av regleringar kring militär användning av AI är det värdefullt att hålla sig uppdaterad om REAIM-toppmötena (eng. Responsible AI in the Military Domain), varav det senaste hölls i september 2024 (The Readable, 2024). Det officiella slutdokumentet ”Blueprint for Action” för REAIM 2024 stöds av 61 stater, inklusive Sverige. Detta dokument ämnar etablera normer för militär AI-användning, och framhäver vikten av att applicera AI inom militären på ett ansvarsfullt sätt genom hela systemets livscykel och att följa internationell rätt (Ji, 2024).

I och med Sveriges medlemskap i Nato förväntas det också att Sverige följer Natos AI-policy. Detta innefattar både att följa med i den snabba tekniska utvecklingen med AI och Nato:s mål att införa det i sin verksamhet, men också att användningen av AI ska vara ansvarsfull. År 2021 fastställdes sex principer för ansvarsfull användning av AI (eng. *Principles of Responsible Use for AI in Defence*) inom Nato: laglighet, ansvarsskyldighet, förklarbarhet och spårbarhet, tillförlitlighet, styrbarhet, samt minskning av bias. Sammanfattningsvis innebär detta att medlemsstater ska följa internationell och nationell rätt (inklusive humanitär rätt), tydligt ta ansvar för mänskliga beslut, förstå och kunna förklara hur AI fattar beslut, ha testade och robusta system som kan kontrolleras, och att användningen av AI ska motverka diskriminerande eller felaktiga data (NATO 2024).

4.4.3 Upphovsrätt, intellektuell egendom och transparens

Ända sedan lanseringen av ChatGPT 2023 har det pågått en debatt om den data som många stora språkmodeller tränas på. Många kreatörer har ansett att modellerna och företagen bakom dem inte borde få använda deras konstverk, foton eller texter för att träna sina modeller, och hävdar att detta bland annat strider mot immateriella rättigheter. Precis som med de flesta lagar och regler gällande AI har lagarna svårt att hänga med i den snabba teknikutvecklingen, och därför har AI-användning hamnat i en typ av gråzon. Icke desto mindre är upphovsrätt, intellektuell egendom och dataäganderätt aspekter som måste beaktas vid användning av AI-genererat material, i synnerhet eftersom det de kommande åren är troligt att tillkomma mer riktlinjer eller regleringar. Ett fall som skulle kunna påverka detta är *Andersen v. Stability AI*, där en grupp konstnärer under 2023 stämde ett antal AI-företag (*Stability AI, Midjourney* och *DeviantArt*) med motiveringen att de har tränat sina bildgenererande modeller på upphovsrättsskyddade verk utan tillstånd eller ersättning till originalkreatörerna (Bondari, 2025; Puri, 2025). Resultaten av detta och andra liknande fall kan komma att förändra hur AI-modeller tränas och hur materialet får distribueras. Detta kan därmed även komma att påverka genererat videomaterial. För att säkerställa efterföljning av immateriella rätt, bör endast videomaterial användas där användaren har laglig rätt att nyttja de bilder eller karaktärer som används som input eller referens. Vid användning av material från tredje part bör det kontrolleras att sådan användning är tillåten enligt gällande rätt. Generellt bör användning av genererat innehåll som efterliknar upphovsrättskyddade karaktärer, logotyper eller visuella stilar undvikas, såvida användaren själv inte innehar rättigheterna till dessa (Createxflow, 2025).

Det är också viktigt att vara transparent med hur materialet används. Om genererade videor baseras på personer måste de vara medvetna om det och vara införstådda i hur materialet används, samt ha gett fullt godkännande till medverkan (Xu et al., 2025). Det är även viktigt att tillkännage när något är skapat med hjälp av AI, då en öppenhet för det bidrar till ökad tillit istället för misstro (Createxflow, 2025).

4.5 Diskussion

Det finns flera potentiella fördelar med att nyttja AI för utbildningssyfte inom militären i form av videor, spel eller simuleringar, men också utmaningar och begränsningar. Användning av generativ AI medför vissa överväganden, bland annat kopplade till datakvalitet, etiska riktlinjer, transparens och risken för att modellen producerar felaktig eller missvisande information.

4.5.1 Tekniska utmaningar och begränsningar

En utmaning är att många AI-verktyg inte får generera vad som helst, vilket skyddar mot potentiellt skadligt innehåll men också svårigheter i implementeringen. Dessutom återstår frågor om hur effektivt videogenerering eller IGV faktiskt i praktiken kommer att vara. Den allra största utmaningen i nuläget ligger i kvaliteten av de genererade resultaten, vilket än så länge är varierat. Videorna skulle förmodligen behöva ha en hög grad av realism för att accepteras, dels på grund av vikten av korrekthet och dels på grund av ”uncanny valley”-effekten, då det lätt väcker obehag när människor ser något som ser någorlunda realistiskt ut men som har vissa uppenbara fel. För att genomföra genereringar på ett verklighetstroget sätt skulle modellerna behöva genomgå omfattande träningsfaser för att passa militära syften. Detta tar inte bara tid, utan kan även vara en svår och rigorös process med datainsamling. Till detta tillkommer att det behövs bra promptning för att få ett önskvärt resultat och detta kräver erfarenhet.

Det finns tekniska begränsningar, vilket kan göra att AI-modellen inte fungerar som tänkt. Det är därför nödvändigt att säkerställa korrektheten i det genererade innehållet. Många militära termer, begrepp och praxis behöver vara korrekta, vilket kan vara ämnen som modellerna inte är särskilt bra på. Då kan en AI-genererad video se korrekt ut, men ändå vara subtilt fel på specifika punkter. Enligt Temsah et al. (2025) har studier visat att detta är ett förekommande problem vid ett införande av T2V AI inom medicinsk forskning och sjukvård, vilka har gemensamt att det finns ämnesspecifika nyanser som är svåra för modellerna att generera korrekt.

En risk med system som använder AI i allmänhet är att det blir svårare att hitta och korrekt identifiera buggar. I serious gaming baserat på IGV kan det till exempel vara svårt att förstå varför något har gått fel. Detta är dock ofta ett problem för utvecklarna snarare än användarna. Å andra sidan behöver användarna känna tillit till det system de använder och lita på att det är trovärdigt.

Bias är alltid något som bör has i åtanke vid användande av generativ AI (Roselli et al., 2019). Det kan tänkas att en modell på grund av dess träningsdata till exempel har stereotypa bilder av olika nationaliteter, vilket kan påverka karaktärers ageranden i antingen videor, spel eller simuleringar som använder sig av denna modell. Detta kan då inte bara bli skadligt ur ett etiskt perspektiv utan även från ett praktiskt, då detta kan skada realismen och därmed göra övningen sämre än vad den annars hade varit.

4.5.2 Rättigheter och attityder till AI

En fråga är hur soldater i träning själva skulle reagera på material som nyttjar generativ AI och huruvida detta skulle anammas och kunna etableras som ett accepterat inslag i utbildningssammanhang. Användningen av AI skapar polariserade åsikter: somliga är totalt okritiska och vill använda AI till allting, medan andra är skeptiska och emot AI-användning av olika principer eller erfarenheter. I framtiden, om detta visar sig vara aktuellt, skulle det därmed vara intressant att undersöka soldaters eller blivande soldaters inställning till inkorporering av AI i undervisningen inom militären. För- och nackdelar med tekniken har diskuterats i sig, men dess potential går förlorad om den inte används på ett värdefullt sätt i praktiken och de facto tillför något och uppskattas av användarna själva. Syftet är trots allt att förstärka mänsklig prestation, och det finns alltid en risk att den önskvärda effekten i praktiken blir sämre än förutsett. Något som därmed också borde undersökas är om till exempel AI-videor i utbildningen ger bättre, lika, eller sämre resultat jämfört med de medel som används i dag. Exakt hur dessa resultat och prestationer ska utvärderas är en viktig fråga i sig.

En ytterligare aspekt som är värd att beakta är debatten om intellektuell egendom och huruvida generering av AI-videor eller miljöer skulle strida mot dessa principer i antingen en etisk eller juridisk mening. Därför skulle verktyg såsom *Adobe Firefly* kunna vara mer gångbara alternativ, då de inte baserar sin träningsdata på upphovsrättsskyddat material. Troligast är dock att lokala modeller skulle behövas för egen träning, dels för att få så bra genereringar som möjligt, dels på grund av inbyggda begränsningar i publika modeller, och det faktum att delar av det material som behövs tränas på antingen kan vara känsligt eller sekretessbelagt. I och med att både AI och andra tekniker utvecklas blir det tydligt att det uppkommer allt fler etiska frågor att beakta, samt att lagstiftningen har svårt att hänga med i den snabba utvecklingen. Det finns därmed riktlinjer, regler och lagar från spridda håll, vilket kan göra det svårt att få en översikt över vad som faktiskt gäller. Allt detta kan också komplicera och sakta ned en framtida implementeringsprocess.

5 Slutsatser

Virtuella miljöer, simuleringssystem i kombination med AI-baserade verktyg har potential att skapa realistiska övningsscenarier där militär personal ges möjlighet att tillgodogöra sig färdigheter i komplexa situationer utan att vara bundna till fysiska begränsningar. På så sätt kan träningen bli mer flexibel, kostnadseffektiv och anpassningsbar till nya hotbilder. Genom att kombinera traditionella övningar med tekniskt förstärkta träningsmetoder kan människans prestation förstärkas ytterligare. Det öppnar för en framtid där träning inriktas mot att utveckla avancerade förmågor att samverka med system och fatta välgrundade beslut i dynamiska miljöer.

5.1 VR-baserad träning

Resultaten av genomgångna studier stöder en integrering av VR i utbildning och förberedelser, särskilt när träningen anpassas till miljöer med höga krav och risker. Tekniken uppvisar potential att förbättra prestation och bevara välmående hos yrkesverksamma i frontlinjen, som inom militär utbildning och andra högriskmiljöer. Även om en av de beskrivna studierna till del handlar om polisiära insatser är dock uppgifterna och miljön så pass lika att det går att dra slutsatser om teknikens möjligheter även för militära träningssammanhang.

Slutsatserna är att:

- VR-simulering har förmåga att förbättra aspekter av prestation (som visats för navigation), stödja kognitivt engagemang och främja fysiologisk återhämtning efter krävande operativa uppgifter.
- VR är en kostnadseffektiv och flexibel metod för att testa och träna grundläggande komponenter av aktionsintelligens i militära sammanhang. VR-baserade prestationsbedömningar kan förbättra objektiviteten och skalbarheten i utvärderingar och därigenom bidra till att optimera kognitiv prestation genom riktade insatser för att stärka mänsklig kapacitet.
- VR-simuleringar kan effektivt återskapa de stressframkallande förhållanden som förekommer i samband med träning i verklig miljö. VR-scenariers förmåga att framkalla stressreaktioner beror dock i hög grad på designelement som nyhet, oförutsägbarhet och upplevda konsekvenser. För att VR-baserad stressträning ska vara effektiv bör scenarierna innehålla oförutsägbara och kontextspecifika utmaningar, tydliga och meningsfulla konsekvenser samt inslag av rollbaserat ansvar.
- Fysiologisk övervakning är effektiv för att särskilja mellan olika typer av stressreaktioner och kan därigenom stödja individualiserade stressträningsinsatser.
- Varianter av stress kan övervakas i realtid under fysiskt aktiv VR-baserad träning genom en ny kombination av HR- och accelerometridata. Metoden är icke-invasiv och kan relativt enkelt integreras i befintliga VR-system till en låg kostnad. Även om metoden i nuläget inte kan upptäcka små stressvariationer över korta tidsperioder, ger den värdefull återkoppling om individuella stressprofiler och kan förbättra effektiviteten av VR-baserad stressinokuleringsträning (träning för att bygga stresstålighet).

- Även om fysiologiska reaktioner är jämförbara mellan den virtuella och den verkliga miljön, finns subtila skillnader i subjektiv upplevelse. Den individuella variationen visar på behovet av anpassningsbara och personligt utformade träningsverktyg.

Resultaten stärker argumenten för fortsatt investering i simuleringsbaserad teknik, i kombination med avancerade övervakningssystem, för att stärka mental motståndskraft och operativ beredskap hos militär personal. För framtida forskning betyder detta att den bör:

- Omfatta större populationer, mer varierande scenarier och mer långsiktiga träningsprogram.
- Förfina VR-scenarier för att skarpare fånga kognitiva skillnader, integrera bättre mätningar av perceptuella och motoriska färdigheter samt utveckla kompletterande nya kognitiva tester som bättre återspeglar kraven i tillämpade militära operationer.

5.2 Artificiell intelligens

Den tekniska utvecklingen inom generativ AI bär på en betydande potential för framtida utbildnings- och träningsmöjligheter. Det kan bidra med realistiska skildringar av scenarier som annars riskerar att vara antingen svåra eller kostsamma att skapa. AI-drivna videor, spel och simuleringar kan göra träningen mer flexibel och utbildningen mer interaktiv. En utveckling av teknik som IGV har potential att framöver förändra sättet som militär träning sker på, med oförutsägbarhet och individanpassning i träningsscenarier som sker i säkra miljöer. Det finns dock ett antal aspekter som behöver adresseras inför en implementering av generativ AI för generering av utbildnings- och träningsmateriel. Det finns många konceptuella och teoretiska möjligheter, men fortfarande återstår praktiska hinder med att använda generativ AI för video eller miljö.

En fråga är på vilket sätt som AI kan bidra till utbildning och träning i form av interaktiv video, spel och simuleringar. Den främsta fördelen med IGV är att utbildning kan bli mer varierad, unik och individanpassad. Samtidigt finns det behov av förutsägbarhet, möjlighet till mängdträning och uppföljning av elevens framsteg. Det är tänkbart att nya AI-baserade system inte direkt kommer ersätta det som redan finns och används, utan fungera som komplement.

Slutsatserna är att:

- De största fördelarna ligger främst i utökade möjligheter att skräddarsy utbildningsmaterial på ett effektivare sätt.
- De största utmaningarna för videor ligger i kvaliteten av det genererade materialet angående både realism och längd av klippen. I nuläget återstår att avvakta i väntan på att verktygen ska utvecklas och bli bättre.
- Det sker lovande forskning inom området, varför det är viktigt att fortsatt bevaka området. Utvecklingen sker snabbt och det gäller att vara beredd när nästa tekniska kliv inträffar och tekniken når större mognadsgrad. Det är relevant att reflektera över balansen mellan risker med att implementera AI för framtida bruk och risken att inte göra det.

- Det är nödvändigt att hålla sig uppdaterad om nya lagar, regleringar och riktlinjer som kan tillkomma för applicering och användning av AI och att se till att adressera upphovsrätt korrekt.
- Övervägningen mellan vad AI kan tillföra och vad den kan försvåra är viktig att göra. Generativ AI förändrar vilka risker som tas och vilka som undviks. Inför användning bör det ses över ur ett effektivitetsperspektiv, då generativ AI kan spara in tid på ett område men istället kräva mycket bearbetning i ett annat, bland annat på grund av att modellerna kan behöva tränas och finjusteras.

Framtida forskning bör, förutom att fortsätta bevaka utvecklingen, även överväga att undersöka:

- Hur potentiella användare ser på utbildningslösningar med AI-genererade videor
- Hur träning påverkas och hur denna påverkan kan kvantifieras
- Vilka AI-verktyg som är bäst lämpade för militära sammanhang med tanke på sekretess, yrkeskunskap och eventuellt behov av att genomföra egen träning av modeller.

6 Referenser

AI Dungeon. (u.å.). Hämtad december 2025. https://aidungeon.com

Anand, A. (2024). *How AI is Shaping Smarter Games and Simulated Worlds*. DEV Community. Hämtad oktober 2025. https://dev.to/abhinowww/how-ai-is-shaping-smarter-games-and-simulated-worlds-231c

Bergmann, D., & Stryker, C. (u.å.). *What are diffusion models?* IBM. Hämtad januari 2026. https://www.ibm.com/think/topics/diffusion-models

Binsch, O., Oudejans, N., Kuil, v/d M., Landman, A.M., Smeets, M., Leers, M., & Smit, A., (2022). The Effect of Virtual Reality Simulation on Police Officers' Performance and Recovery from a Real-Life Surveillance Task. *Multimedia Tools and Applications*, *82*(11), 17471-17492. DOI: 10.1007/s11042-022-14110-5. https://rdcu.be/cYVIR

Binsch, O., Bottenheft C., Landman, A., Roijendijk, L., & Vermetten, H.G.J.M. (2021). Testing the applicability of a virtual reality simulation platform for stress training of first responders, *Military Psychology*, *33*(3), 182-196, DOI: 10.1080/08995605.2021.1897494

Blascovich, J., & Mendes, W. B. (2000). *Challenge and threat appraisals: The role of affective cues*. In J. P. Forgas (Ed.), Feeling and Thinking: The Role of Affect in Social Cognition (pp. 59–82). Cambridge University Press

Bondari, N. (2025). *AI, Copyright, and the Law: The Ongoing Battle Over Intellectual Property Rights.* University of Southern California. Hämtad januari 2026. https://sites.usc.edu/iptls/2025/02/04/ai-copyright-and-the-law-the-ongoing-battle-over-intellectual-property-rights/

Bottenheft, C., Binsch, O., Spelt, H., Hogenbirk, C., Roijendijk, L., Gjaltema, C., & Valk, P.J.L. (2018). *Augmenting military performance through resilience enhancement (AMPERE): An exploratory study to evaluate the induction and measurement of human stress levels by using two existing VR and real-world training simulation platforms (V1523)*; TNO Scientific Report 2018 R10990.

Breeden, J. (2024). *Adding generative AI to wargame training can improve realism, but not without risk.* NextGov. Hämtad oktober 2025. https://www.nextgov.com/artificial-intelligence/2024/02/adding-generative-ai-wargame-training-can-improve-realism-not-without-risk/394121/

Connable, B., McNerney, M. J., Marcellino, W., Frank, A., Hargrove, H., Posard, M. N., ... & Sladden, J. (2018). Will to Fight. Will to Fight: Analyzing, Modeling, and Simulating the Will to Fight of Military Units.

Createxflow. (2025). *AI Video Ethics and Governance in 2025: Copyright, Prompts, and Labor Impacts.* Hämtad december 2025. https://createxflow.com/ai-video-ethics-and-governance-2025/

Cunningham, P., Cord, M., & Delany, S. J. (2008). *Supervised learning*. I M. Cord & P. Cunningham (Red.), *Machine learning techniques for multimedia*, s. 21. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-75171-7_2de Visser, E. J., Dorfman, A., Chartrand, D., Lamon, J., Freedy, E., & Weltman, G. (2016). Building resilience with the Stress Resilience Training System: Design validation and applications. *Work*, *54*(2), 351-366. https://doi.org/10.3233/WOR-162295

Elwyn, J. (2025). *The Best AI Video Generator: A Detailed Comparison of 10 Tools.* MASV. Hämtad november 2025. https://massive.io/gear-guides/the-best-ai-video-generator-comparison/

EU Artificial Intelligence Act. (2024). *High-level summary of the AI Act*. Hämtad oktober 2025. https://artificialintelligenceact.eu/high-level-summary/

Europaparlamentet och Europeiska unionens råd. (2024). *Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council on 13 June 2024 (Artificial Intelligence Act)*. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj/eng ¨

Europeiska kommissionen. (2021). *Förslag till Europaparlamentets och rådets förordning om harmoniserade regler för artificiell intelligens (rättsakt om artificiell intelligens) och om ändring av vissa unionslagstiftningsakter.* https://commission.europa.eu/news-and-media/news/ai-act-enters-force-2024-08-01_en

Europeiska kommissionen. (2024). *AI Act enters into force.* Hämtad december 2025. https://commission.europa.eu/news-and-media/news/ai-act-enters-force-2024-08-01_en

Hiremath P.M., & Saravanan, C (2024) A Comprehensive Study of Virtual Reality (VR) in Defence Combat Training. *In 2024 8th International Conference on Computational System and Information Technology for Sustainable Solutions (CSITSS)*, (pp. 1-6). IEEE, Bengaluru, India, 2024, doi: 10.1109/CSITSS64042.2024.10816818.

ISO. (2023). *ISO/IEC 42001:2023*. https://www.iso.org/standard/42001

Ji, Da-gyum. (2024). *Seoul summit charts framework on responsible AI military use.* The Korea Herald. Hämtad oktober 2025. https://www.koreaherald.com/article/3471146

Kant, S. (2024). *Kling AI Texto-To-Video vs. Image-To-Video: Which One Is Better?* Segmind. https://blog.segmind.com/kling-ai-text-to-video-vs-image-to-video-which-one-is-better/

Kluge, M., Maltby, S., Kuhne, C., Walker, N., Bennett, N., Aidman, E., Nalivaiko, E., & Walker, F. (2023). Evaluation of a Virtual Reality Platform to Train Stress Management Skills for a Defense Workforce: Multisite, Mixed Methods Feasibility Study. *Journal of Medical Internet Research, 25*: e46368 URL: https://www.jmir.org/2023/1/e46368; DOI: 10.2196/46368

Korzynski, P., Mazurek, G., Krzypkowska, P., & Kurasniski, A. (2023). *Artificial intelligence prompt engineering as a new digital competence: Analysis of generative AI technologies such as ChatGPT*. Entrepreneurial Business and Economics Review, 11(3), 25-37. https://doi.org/10.15678/EBER.2023.110302

Landman, A., Bottenheft, C., Koedijk, M., Fonken, Y., Geerts, M., & Olaf Binsch (2023). *Towards Testing Human Augmentation Technologies by using Digital and Standardized Measures of Action-Intelligent Performance in a Close-Quarters Battle Context applying Virtual Reality (V2208)*. Research Report - TNO 2023 R12660.

Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal and coping.* New York: Springer.

Levin, B., Oskarson, P-A., & Nilsson, S. (2022). *Mänsklig förstärkning: Statusrapport 2022*. FOI-R--5409--SE. Totalförsvarets forskningsinstitut.

Levin, B., Hedenstierna, C., Hagström, M., Svensson, J., & Hermelin, J. (2018) *Förstärkning av mänsklig förmåga.* FOI-R--4716--SE. Totalförsvarets forskningsinstitut.

Linssen, L., Landman, A., Baardewijk, J. U., Bottenheft, C., & Binsch, O. (2022). Using accelerometry and heart rate data for real-time monitoring of soldiers' stress in a dynamic military virtual reality scenario. *Multimedia Tools and Applications, 81*(17), 24739–24756. DOI: 10.1007/s11042-022-12705-6

NATO. (2024). *Summary of NATO's revised Artificial Intelligence (AI) Strategy*. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_227237.htm

Ortiz, S. (2025). *Forget Sora: Adobe launches 'commercially safe' AI video generator. How to try it.* ZDNET. https://www.zdnet.com/article/forget-sora-adobe-launches-commercially-safe-ai-video-generator-how-to-try-it/

Ortmann, M. (2024). *Artificial Intelligence in combat simulations: How AI is changing NATO soldier training*. Defense Magazine. Hämtad oktober 2025. https://www.defensemagazine.com/article/artificial-intelligence-in-combat-simulations-how-ai-is-changing-nato-soldier-training

Parvini, S. (2024). *Can AI make video games more immersive? Some studios turn to AI-fueled NPCs for more interaction*. AP News. Hämtad oktober 2025. https://apnews.com/article/ai-artificial-intelligence-video-games-npc-c1327bb9130136d0a5f658f44176c5e7

Puri, A. (2025). *Original or Stolen? The Battle Between AI Image Generators and Visual Artists.* Columbia Undergraduate Law Review. Hämtad December 2025. https://www.culawreview.org/journal/original-or-stolen-the-battle-between-ai-image-generators-and-visual-artists

Raj, A. (2025). *Johns Hopkins APL Establishes AI Wargaming Lab to Boost Strategic National Security Analysis and Planning.* The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory LLC. Hämtad december 2025. https://www.jhuapl.edu/news/news-releases/251030-genwar-lab

Roselli, D., Matthews, J., & Talagala, N. (2019). Managing bias in AI. In *Companion proceedings of the 2019 world wide web conference* (pp. 539-544).

Rönnback, R. (2023). *Challenges of Governing AI for Military Purposes and Spill-Over Effects of the AI Act*. Futurium. Hämtad oktober 2025. https://futurium.ec.europa.eu/en/european-ai-alliance/community-content/challenges-governing-ai-military-purposes-and-spill-over-effects-ai-act

Shahzad, M., & Waseem, F. (2025). *Video Is Worth a Thousand Images: Exploring the Latest Trends in Long Video Generation.*

Song, C., Stary, M., Chen, B., Kopanas, G., & Stitzmann, V. (2025). *Generative View Stitching.* arXiv preprint.

SOU 2025:101. *Anpassningar till AI-förordningen*. https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2025/10/sou-2025101/

Taulli, T. (2021). *Artificial Intelligence Basics: A Non-Technical Introduction.* Findaway World, kap. 1.

Temsah, M., Nazer, R., Altamimi, I., Aldekhyyel, R., Jamal, A., Almansour, M. Aljamaan, F., Alhasan, K., Temsah, A. A., Al-Eyadhy, A., Aljafen, B. N. & Malki, K. H. (2025). *OpenAI's Sora and Google's Veo 2 in Action: A Narrative Review of Artificial Intelligence-driven Video Generation Models Transforming Healthcare.* Cureus 17(1): e77593. DOI 10.7759/cureus.77593

The AI Rankings. (u.å.). *Best AI video generators.* Hämtad 2025-12-18. https://theairankings.com/best-ai-video-generator/

The Data Community. (2025). *AI in Gaming: How Artificial Intelligence is Powering Game Production and Player Experience*. (2025). Hämtad oktober 2025. https://thedatacommunity.org/2025/09/07/ai-in-gaming-how-artificial-intelligence-is-powering-game-production-and-player-experience/

The Readable. (2024). *REAIM Blueprint for Responsible AI Use in Military*. Hämtad oktober 2025. https://thereadable.co/reaim-blueprint-for-responsible-ai-use-military/

Vakili, V., Brinkman, WP., Morina, N., & Neerincx, M. A. (2014). Characteristics of Successful Technological Interventions in Mental Resilience Training. *Journal of medical systems 38*(9), 113 (2014). https://doi.org/10.1007/s10916-014-0113-2

Wang, G., Xie, Y., Jiang, Y., Mandlekar, A., Xiao, C., Zhu, Y., Fan, L. & Anandkumar A. (2023). *Voyager: An Open-Ended Embodied Agent with Large Language Models.*

Wang, C., Chen, C., Huang, Y., Dou, Z., Liu, Y., Gu, J. & Liu, L. (2025). *PhysCtrl: Generative Physics for Controllable and Physics-Grounded Video Generation.*

Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł. & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in neural information processing systems, 30.*

Verified Market Reports. (2025). *Future of Artificial Intelligence in Video Games Market in the U.S. | Market Trends & 2025 Forecast*. https://www.verifiedmarketreports.com/product/artificial-intelligence-in-video-games-market/

Vermetten, E., Tielman, M., van Dort, E., Binsch, O., Li, X., Rozendaal, C. Veldkamp, B., Wynn, G., & Jetly, R. (2020). Using VR-Based interventions, wearable technology, and text mining to improve military and Veteran mental health. *Journal of Military, Veteran and Family Health; 6*, 26-35.

Yu, J., Qin, Y., Che, H., Liu, Q., Wang, X., Wan, P., Zhang, D., Gai, K., Chen, H. & Liu, X. (2025). *A Survey of Interactive Generative Video.*

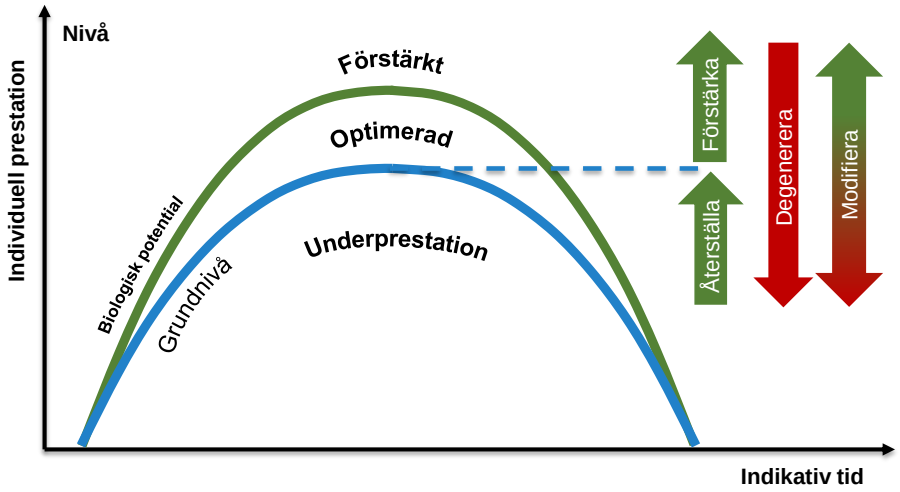
Xu, T., Liu, Y., Jin, Y., Qu, Y., Bai, J., Zhang, W., & Zhou, Y. (2025). From recorded to AI-generated instructional videos: A comparison of learning performance and experience. *British Journal of Educational Technology*, 56(4), 1463–1487.

Zhang, X., Liao, J., Zhang, S., Meng, F., Wan, X., Yan, J. & Cheng, Y. (2025). *VideoREPA: Learning Physics for Video Generation through Relational Alignment with Foundation Models.*

Appendix 1 Definitioner

I och med att området har funnits en tid finns det ett antal olika förslag på definitioner. Eftersom tydliga definitioner underlättar kommunikation och bidrar till precision i språket finns det anledning att försöka konsolidera befintliga definitioner till en enhetlig begreppssfär. En första ansats togs fram i arbetet med Strategic Implication Project (UK DCDC, 2021) under ledning av UK Development Concepts and Doctrine Centre. Mänsklig förstärkning delades då in i två huvudområden: HPE (eng. Human Performance Enhancement) och HPO (eng. Human Performance Optimization) som tillsammans bildar HPA (eng. Human Performance Augmentation).

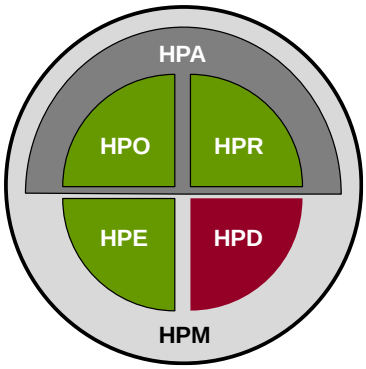
Delområde HPE inkluderar teknik som har potential att öka mänsklig prestation utöver det biologiskt normala. Det handlar om sätt att skapa nya och utökade förmågor genom yttre, såväl som inre, förändring av kroppens struktur och funktion genom till exempel kirurgi, genetik, farmakologi, nervstimulering, implantat, exoskelett och proteser. Delområde HPO omfattar strategier för att öka prestationen inom det som anses normalt för populationen genom till exempel urval, utbildning, träning, nutrition, vila, läkemedel och ledarskap. Grundnivån, som är illustrerad i Figur 1, motsvarar en individs aktuella prestationsnivå vilken förändras kontinuerligt dels genom temporära fluktuationer såsom under en dag, dels på grund av åldrande under livstiden.



Figur 1. Illustration av relationen mellan de olika begreppen och nivån av prestation.

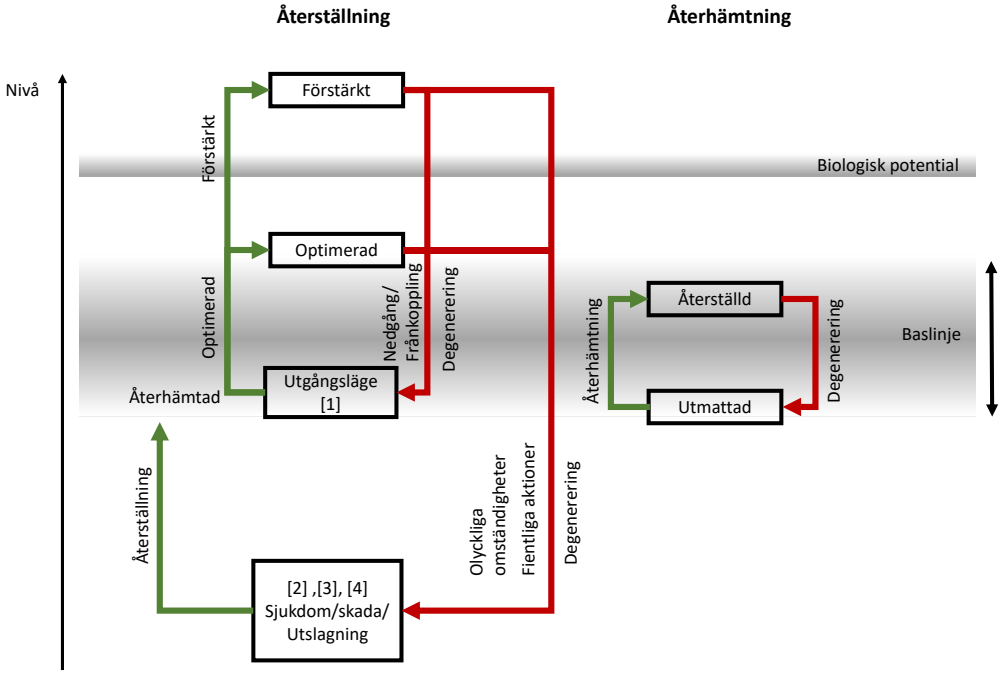
Detta arbete följdes av en vidareutveckling under MCDC12- samarbetet om mänsklig förstärkning som pågick år 2019–2020. Det som var nytt med denna definition var att begreppen HPD (eng. Human Performance Degradation) (sv. degenerering) och HPR (eng. Human Performance Restoration) (sv. återställning) tillkom. Med HPR avses återgång till utgångsläget från en temporär eller permanent degradering som orsakats av sjukdom, skador, utmattning eller biverkningar. Dessutom infördes ett nytt begrepp HPM (eng. Human Performance Modification) (sv. modifiering) för att samla alla förändringar oavsett som det rörde sig om förstärkning (positivt) eller degenerering (negativt). Detta innebär att alla former av förbättrad eller försämrad funktion omfattas och kan hanteras inom begreppssfären, såsom visas i Figur 2.

Human Performance Optimization and Enhancement. Multinational Capability Development Campaign (2021)



Figur 2. Relationer mellan de olika begreppen inom HPM.

Under MCDC samarbetet blev det också tydligt att möjliga orsaker bakom försämrad prestation, HPD, behövde kategoriseras. Fyra varianter av degenerering (försämring) identifierades (Figur 3): [1] daglig variation genom normalt leverne och utförda uppgifter, [2] olyckliga omständigheter såsom olycksfall och sjukdom, [3] brister i systemsäkerhet relaterat till, som exempel, biverkningar och reliabilitet, [4] fientliga aktioner som direkt syftar till att nyttja svagheter i systemen. Alla fyra varianterna påverkar individen negativt men konsekvenserna är olika. En positiv förändring inom den dagliga variationen (från måttlig degenerering) kallas återhämtning medan att återta förmåga från övriga fall av degenerering kallas återställning. Den senare varianten förväntas kräva minst någon form av medicinsk insats eller längre tids rehabilitering. Att en individs aktuella prestationsnivå förändras kontinuerligt genom temporära fluktuationer innebär att det är mer logiskt att betrakta grundnivån som ett intervall snarare än en tydligt definierad gräns, vilket visas i Figur 3 som en bredare baslinje.



Figur 3. Illustration av de olika begreppen kopplat till typ av försämring av prestation och naturlig fluktuation.

FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00
Fax: 08-55 50 31 00

www.foi.se