

## NOVI VIRTUALNI SIMULATORJI SV

### NEW VIRTUAL SIMULATORS OF THE SLOVENIAN ARMED FORCES

Professional article

**Povzetek** SV je leta 2011 pridobila dva nova trenažna sistema, ki temeljita na virtualnih simulacijah. V članku sta predstavljena možnost umestitve rezultatov projektov »Trenažer oklepno-mehaniziranih enot« in »Uporaba virtualnega bojišča za potrebe analize procesov urjenja postopkov v SV« v trenažne sisteme SV ter pomen obeh sistemov z vidika primerjave s sorodnimi simulacijskimi trenažnimi sistemi. Predstavljena sta osnovna delitev vojaških simulacij na žive simulacije, konstruktivne simulacije, virtualne simulacije in trenažerje C4I ter njihov pomen z vidika umeščanja v procese usposabljanja, kot so teoretična usposabljanja, praktično urjenje posameznikov, urjenje timov, urjenje enot, in vrednotenja napredka udeležencev usposabljanja. Virtualne simulacije postajajo obvezni del procesa usposabljanja in urjenja obojnih sil. Njihova uporaba omogoča izvedbo usposabljanj višje intenzivnosti ter zamenjavo znatnega dela terenskih usposabljanj s cenejšimi, nenevarnimi in okolju neškodljivimi usposabljanji v virtualnih trenažerjih. Sklepni del članka namenja pozornost smernicam nadaljnjega razvoja virtualnih simulatorjev in trenažerjev v Sloveniji in svetu.

**Ključne besede** *Simulacije, usposabljanje, urjenje.*

**Abstract** In 2011, the Slovenian Armed Forces (SAF) acquired two new virtual simulation training systems. The article presents the possibility of incorporating the results of the "Trainer of armoured mechanised units" and "The use of virtual battlefield for purposes of the SAF training procedures analysis" projects into the SAF training systems. It addresses the importance of both systems in terms of a comparison to similar simulation training systems. It also presents the basic division of the types of military simulations: live, constructive and virtual simulations, C4I trainers and their importance for the training processes; theoretical training, practical training of individuals, team and unit training and evaluation of participants' progress. Virtual

simulations are becoming a compulsory part of the armed forces training and exercise process. Their use permits execution of higher intensity training and replaces a considerable part of field training with less expensive, safe and environment-friendly training on virtual training devices. The final part of the article addresses the trends of future development of virtual simulators and training devices in Slovenia and across the globe.

**Key words** *Simulations, training, exercise.*

**Uvod** Kaj so virtualni simulatorji? Igračke za velike fante ali kaj več? Kakšna je njihova uporabna vrednost? Ali so le modna muha ali kaj resnejšega?

Slovenska vojska je leta 2010 zaključila dva projekta na področju virtualnih simulatorjev: Trenažer oklepno-mehaniziranih enot (TOME) in Uporaba virtualnega bojišča za potrebe analize procesov urjenja postopkov v SV (s kratico VBS2). Skozi njuno izvedbo je postalo jasno, da sta to simulatorja za tehnološko dovršene trenažne sisteme. Skozi izvedbo obeh projektov so se pokazale razlike med obema sistemoma, ugotovljene so bile njune prednosti in slabosti. V članku poskušamo predstaviti rezultate projektov ter njihovo umestitev v svet virtualnih simulatorjev.

## 1 VRSTE SIMULACIJSKIH TRENAŽNIH SISTEMOV

Osnovna delitev simulacijskih trenažnih sistemov (U.S. Department of Defense, 2010) je delitev na konstruktivne, žive in virtualne simulacije (glej tabelo 1). Z vidika tega članka so zanimive predvsem virtualne simulacije. Zaradi lažjega razumevanja si v nadaljevanju na kratko oglejmo tudi značilnosti živih in konstruktivnih simulacij.

Tabela 1:  
Trenažni sistemi

Vrsta sistema	Udeleženci	Sistemi
žive simulacije	realni	realni
virtualne simulacije	realni	simulirani
konstruktivne simulacije	simulirani	simulirani

### 1.1 Žive simulacije

Žive simulacije so simulacije, ki so najbližje realnim terenskim dogodkom. Udeleženci usposabljanja uporabljajo pravo bojno opremo, se gibljejo na realnem terenu, le učinki ognja so simulirani z uporabo sledilne in namerilne senzorske opreme. Sistemi so uporabni za usposabljanje na najnižjih taktičnih ravneh z osnovnim ciljem pridobivanja izkušenj. SV že uporablja sistem živih simulacij proizvajalca SAAB (glej <http://www.saabtraining.com/>).

## 1.2 Konstruktivne simulacije

Konstruktivne simulacije so simulacije, s katerimi se v računalniškem okolju simulirajo dogodki na bojišču. Interakcija udeležencev z »bojiščem« je omejena na prikaz bojnih enot na digitalni geografski podlagi in predvsem na usmerjanje njihovega gibanja, sicer pa simulacijski sistem v celoti simulira vedenje entitet. Simulacije vsebujejo bojne modele, prek katerih se izračunavajo zaznavanje nasprotnika (senzorika), elementi ognja, verjetnost zadetkov in škoda, ki jih ti povzročijo. Obstaja več različnih konstruktivnih simulacijskih sistemov (JCATS, ModSAF, JSAF, OneSAF itn.), od katerih se v SV uporablja JCATS (Joint Conflict and Tactical Simulation).

## 1.3 Virtualne simulacije

Virtualne simulacije so vmesni korak med konstruktivnimi in živimi simulacijami. V okviru teh simulacij udeleženci upravljajo simulirane sisteme. V primerjavi s konstruktivnimi simulacijami se tu pojavlja nova sestavina, in sicer virtualno, torej navidezno, okolje. Njegova naloga je tako prevarati udeleženca, da njegove čutne zaznave obravnavajo sintetično okolje kot realno okolje. Take trenažerje delimo v več različnih vrst, odvisno od realnosti navideznega okolja in načina interakcije z njimi. Vsak ima lahko svojo vlogo v trenažnem procesu.

### 1.3.1 Taktični simulatorji

Taktični simulatorji so vrsta virtualnih trenažerjev, ki je po svojih značilnostih najbližja računalniškim igram. Udeleženci usposabljanja pri svojem delu uporabljajo računalniško okolje, virtualno okolje dojemajo prek računalniškega zaslona, virtualne entitete pa nadzirajo s standardnimi računalniškimi in igralniškimi pripomočki, kot so tipkovnica, miška in igralna palica. Skozi izvedbo scenarija igrajo vnaprej določeno vlogo (vojak, namerilec, voznik idr.) in tako pridobivajo znanje, povezano z izvajanjem standardnih operativnih postopkov, oziroma znanje, povezano z odzivi v specifičnih situacijah. Primer takega sistema je opisan v poglavju 3.1, v katerem opisujemo rezultate projekta VBS2.

### 1.3.2 Kompaktni trenažerji

Kompaktni trenažerji pomenijo bistven premik v smeri višje realnosti sistemov. Udeleženci usposabljanja za upravljanje glavnih sistemov (vozila, oborožitev) uporabljajo nadzore, ki so enaki realnim sistemom, pomožni oziroma manj pomembni sistemi pa so simulirani na računalniških ekranih. Zaznavanje virtualnega okolja ne poteka prek računalniškega zaslona, temveč udeleženci pridobivajo informacije enako kot na realnih platformah, torej prek kamer, periskopov in drugih senzorjev. Odzivi virtualnega okolja na akcije udeležencev so podvrženi fizikalnim zakonitostim. Krivulje izstrelkov upravljajo balistične enačbe, učinki izstrelkov so odvisni od razdalje, vrste streliva in vrste zaščite. Premiki vozil in oseb so odvisni od njihove teže, tipa, nagiba in nosilnosti podlage, oprijema s podlago (modeliranje zdrsov) ter ovir na poti. V primerjavi s taktičnimi simulatorji je gibanje po terenu veliko težje,

zadevanje ciljev z ognjem pa se povsem približa realnim razmeram. Če so taktični simulatorji namenjeni predvsem analizi in poučevanju standardnih postopkov, je v primeru kompaktnih trenažerjev te postopke mogoče tudi izvajati in uriti. Primer takega sistema je opisan v poglavju 3.2.

### 1.3.3 Polni trenažerji

Polni trenažerji so nadgradnja kompaktnih, pri čemer so vsi elementi takega sistema identična preslikava oziroma dvojnik realnega okolja. Trenažer je lahko opremljen s hidravličnimi vzvodi, ki udeležencem usposabljanja pričarajo dejanski občutek gibanja. Virtualno okolje je podobno tistemu v kompaktnih trenažerjih, razlika je le v nadgradnji s podatki, potrebnimi za krmiljenje hidravlike. V večini primerov so to sistemi višjega cenovnega razreda, ki lahko dosežejo ali celo presežejo vrednost modelirane platforme.

### 1.4 Trenažerji C4I

Trenažerji C4I oziroma trenažerji sistemov poveljevanja in kontrole so v splošni rabi šele v zadnjih letih, ko sta komunikacijska in informacijska tehnologija prodrli na vse ravni poveljevanja in kontrole. Navadno ne nastopajo samostojno, temveč so ena izmed dodanih sestavin k virtualnim simulacijam. Taki trenažerji so postali obvezni pogoj za usposabljanje in urjenja skupnega delovanja bojnih enot. Primer preproste- ga trenažerja C4I je opisan v poglavju 3.1.

## 2 VRSTE USPOSABLJANJ IN URJENJ

Usposabljanje enote se navadno začne s precej preprostim usposabljanjem posameznikov. Sčasoma se dodajajo zahtevnejši elementi, dokler se usposabljanje ne konča z urjenjem celotne enote. Vojaki, podčastniki in častniki pridobivajo temeljno znanje v okviru šolskega sistema SV. Specifično znanje posamezne enote, izurjenost v njihovi uporabi ter usklajenost z drugimi enotami pa so značilnosti, ki se razvijajo v daljšem časovnem obdobju v okviru urjenj posameznih enot. Pri tem učenci oziroma udeleženci usposabljanja prehajajo različne faze usposabljanj, vse od pridobivanja teoretičnega znanja, povezanega s poznavanjem taktike, standardnih operativnih postopkov, opreme in sredstev do praktičnega urjenja v njihovi uporabi, uigravanju delovanja timov, sinhronizaciji delovanja z drugimi deli enote, v sodelovanju skozi verigo poveljevanja in kontrole, v sobojevanju in skupnem delovanju. Sklepni del usposabljanj je lahko povezan s konkretnimi nalogami na misijah, pri čemer se udeleženci usposabljanja prilagajajo na okolje in razmere, ki jih pričakujejo na terenu. Končno preverjanje izurjenosti navadno poteka v okviru terenskih vaj.

Najvišjo dodano vrednost prinašajo terenska urjenja, pri čemer pa se je treba zavedati nekaterih omejitev. Terensko delo zahteva obsežne priprave, nekaterih postopkov zaradi varovanja zdravja in življenja udeležencev ni mogoče izvajati, bojno streljanje je omejeno na uporabo strelišč, udeleženci večino urjenja opravljajo na istih terenih in jih zato poznajo kot svoj žep. Urjenje je vezano na geografske značilnosti

domačega terena. Vremenske razmere lahko začasno onemogočijo izvedbo. Merjenje učinkovitosti delovanja je razen v primeru živih simulacij podvrženo subjektivni oceni ocenjevalcev.

Omejitve terenskih usposabljanj in njihova visoka cena so glavni dejavniki, ki govorijo v prid uporabe virtualnih simulatorjev. Njihova uporaba je pri tem odvisna od vrste virtualnih trenažnih sistemov ter ciljev procesa usposabljanja in urjenja.

## 2.1 Teoretična usposabljanja

Teoretično znanje je podlaga za poznejše izvajanje praktičnih usposabljanj in urjenj. Najpreprostejši oziroma najcenejši simulatorji, ki jih uporabljamo za te namene, so taktični simulatorji. Udeleženci usposabljanja z njimi spoznavajo situacije, s katerimi se lahko srečajo na terenu, spoznavajo operativne postopke in odigrajo njihovo izvedbo. Nadgradnja simulatorja s trenažerjem C4I omogoča tudi privajanje na delo z informacijskimi sistemi poveljevanja in kontrole.

Poudariti velja, da značilnosti teh sistemov (glej 1.3) določajo njihovo uporabo zlasti za pridobivanje teoretičnega znanja, ni pa jih mogoče uporabiti kot nadomestek praktičnega urjenja. Teoretični simulatorji svojo uporabnost izkažejo zlasti v začetnih fazah usposabljanj. SV je svoj prvi taktični simulator dobila pri projektu TP MIR – VBS2 (glej 3.1).

## 2.2 Praktično urjenje posameznikov

Praktično urjenje posameznikov je v osnovi namenjeno urjenju v uporabi sredstev in opreme. V ta namen lahko uporabljamo srednje in polne trenažerje, pri katerih udeleženci usposabljanja uporabljajo opremo, ki je enaka realni. Bistveni del urjenja je veliko število ponovitev določenih gibov in akcij, s katerimi učenci pridobijo avtomatizem in rutino v uporabi opreme. Trenažerji so lahko individualni (na primer upravljanje vozila ali streljanje) ali v primeru zahtevnejših platform skupinski. Individualni trenažerji so uporabni zlasti za trening dela s zahtevnejšimi oborožitvenimi sistemi in sistemi, pri katerih se zaradi narave oborožitvenega sistema ali cene streliva bojno streljanje le redko izvaja. V primeru skupinskih trenažerjev se pridobivanje »ročnih« spretnosti kombinira s skupnim urjenjem posadk posamezne platforme (glej 2.3).

## 2.3 Urjenje timov

Prava vrednost virtualnih trenažerjev se pokaže pri urjenju posadk bojnih platform (vozil, letal, plovil) z uporabo kompaktnih in polnih trenažerjev. Medsebojno spoznavanje članov posadke in njihovo uigrano delovanje pri izvedbi premika ter ognja, hkratnem opazovanju okolice in interakciji s senzorskimi sistemi sta bistvenega pomena za optimalni izkoristek sposobnosti in moči, ki jih take platforme omogočajo. Veliko treningov, v katerih ob izpostavljenosti stresu kombiniramo različne situacije in naloge, privede do razvoja specifične komunikacije tima in stopnje rutine, v kateri je vsak član posadke vnaprej sposoben predvideti odzive drugih članov.

Opis skupinskega trenažerja je podan v okviru rezultatov projekta TOME (glej 3.2), s katerim se v SV prvič uvaja kompaktni virtualni trenažer na ravni bojne platforme M-84.

## 2.4 Urjenje enot

Urjenje enot je najvišja stopnja usposabljanj, ki jo lahko dosežemo z uporabo virtualnih trenažerjev. Urjenje poteka z medsebojnim sodelovanjem virtualnih trenažerjev več posadk, lahko tudi v kombinaciji s konstruktivnimi simulacijami ali drugimi vrstami virtualnih trenažerjev. Namen urjenja je podobno kot pri usposabljanju timov usmerjen v doseganje uigranega delovanja in odzivov celotnih bojnih enot ter njihovega sodelovanja v postopkih sobojevanja in skupnega delovanja.

Trenažerji C4I, namenjeni simulaciji komunikacijskih in informacijskih tokov, so bistven element za urjenje enot v virtualnem okolju. Z njihovo umestitvijo v srednje in polne trenažerje so izpolnjeni pogoji za urjenje enot.

Premik urjenja enot iz realnega v virtualni svet predstavlja cilj, ki določa značilnosti nadaljnjega razvoja virtualnih trenažerjev in je podrobneje predstavljen v poglavju 4.

## 2.5 Vrednotenje

Virtualni sistemi so idealno okolje za ocenjevanje usposobljenosti posameznikov, timov in enot. V primerjavi z usposabljanji v realnih sistemih se v virtualnih trenažerjih zapisujejo vse interakcije udeležencev usposabljanja s sistemi, zapisujejo se dražljaji, ki so jim izpostavljeni, njihovi odzivi ter stanje sredstev in opreme, ki jo upravljajo. Velike količine podatkov so podlaga za statistične obdelave, prek katerih lahko objektivno merimo in vrednotimo usposobljenost.

# 3 PREDSTAVITEV ZADNJIH PROJEKTOV SV

Leta 2010 sta se končala dva projekta, s katerima se v SV uvajajo nove možnosti vadbe v simuliranem trenažnem okolju.

## 3.1 Projekt TP MIR – VBS2

Jeseni 2010 je bil zaključen projekt TP MIR Uporaba virtualnega bojišča za potrebe analize procesov in urjenja postopkov v SV (VBS2), s katerim je bilo v uporabo predano vadbno orodje VBS2 – virtualno bojišče. VBS2 (Bohemia, 2010) je orodje za izvajanje taktičnih simulacij avstralskega proizvajalca Bohemia Interactive. Uporablja se v različnih vojaških organizacijah po svetu, med drugim v ameriški vojski in pri ameriških marincih (US Army, USMC) ter v avstralski in britanski vojski (ADF in UK MoD). Orodje VBS2 je namenjeno učenju vojaške doktrine, taktike in standardnih postopkov v ofenzivnih in defenzivnih taktičnih situacijah. V okviru projekta Virtualno bojišče je bila platforma prilagojena potrebam vadbe v Slovenski vojski, izdelani so bili modeli oborožitve, vozil in posameznih delov materialno-tehničnih sredstev.

V Slovenski vojski bo vadba z orodjem VBS2 – virtualno bojišče potekala v učilnici na standardnih namiznih računalnikih (slika 1 v slikovnem gradivu na str. 172). Vadba omogoča urjenje standardnih postopkov v vlogah vojaka (BLUFOR ali OPFOR) oziroma civilista. Omogočena je skupna vadba do 16 udeležencev po različnih vadbenih scenarijih. Za vadbo Slovenske vojske so bili v okviru projekta pripravljene različni scenariji vadbe: patroljiranje, spremljanje konvoja (slika 3 v slikovnem gradivu na str. 173), nadzorna točka (slika 2 v slikovnem gradivu na str. 172) in napad.

Izdelana so bila virtualna vozila slovenske vojske (Otokar Cobra, 4 x 4 Mercedes Puch, 4 x 4 HMMW, 6 x 6 Valuk, 8 x 8 Svarun, Tank M84, tovornjaka Mercedes Actros in Mercedes Unimog) z različnimi oborožitvenimi sistemi, ki so v uporabi v Slovenski vojski. Izdelani so bili tudi modeli virtualnega orožja, ki je v uporabi v Slovenski vojski (puška F2000s, puškomitraljez FN MAG, ostrostrelna puška Hecate II, ostrostrelna puška Mini Hecate, puškomitraljez Minimi Para, ročni netrzajni raketomet RGW90, ostrostrelska puška Ultima Ratio) in druga virtualna oprema, ki bo potrebna za vadbo Slovenske vojske.

V okviru projekta je bila narejena tudi povezava med VBS2 in mobilnim poveljniškim informacijskim sistemom SITAWARE Battle management system, danskega proizvajalca Systematic. Povezava je bila izvedena na ravni integracije simuliranih senzorskih podatkov. VBS2 se pri tem z uporabo protokola DIS uporablja kot zamenjava realnega sveta. Povezava poteka na ravni platforma – virtualni svet, pri čemer se prek podatkov, pridobljenih iz virtualnega sveta, simulira dotok senzorskih podatkov v sistem poveljevanja in kontrole. Povezovanje je bilo ob tem omejeno na nabor stavkov DIS, ki ga podpira VBS2.

### 3.2 Trenažer oklepno-mehaniziranih enot TOME

Tankovski trenažer TOME M-84 je Slovenska vojska začela uporabljati za urjenje tankovskih posadk leta 2010. To je napreden kompakten trenažer (slika 4 v slikovnem gradivu na str. 173) za vadbo celotne tankovske posadke. Vadbena mesta poveljnika, namerilca in voznika so natančne kopije delovnega okolja v tanku.

#### 3.2.1 Usposabljanje za uporabo opreme

Natančne kopije delovnega okolja tankovske posadke omogočajo, da se udeleženci usposabljanja urijo v uporabi tankovske opreme in oborožitve.

##### Vadbeno mesto voznika tanka

Vadbeno mesto voznika (slika 5 v slikovnem gradivu na str. 174) omogoča usposabljanje za vse naloge in postopke voznika tanka. Oprema vadbenega mesta voznika obsega periskop, nadzorno merilno tablo, krmilni sistem in stopalke. Glavni postopki, ki jih voznik vadi, so opazovanje terena, spremljanje delovanja motorja z nadzorno namerilno tablo ter prilagajanje vožnje terenu in razmeram na terenu. Poleg tega je omogočena vadba uporabe vseh nadzorov in sistemov, ki se uporabljajo pred, med in ob koncu vožnje na stranskem panelu.

### **Vadbeno mesto namerilca**

Vadbeno mesto namerilca (slika 6 v slikovnem gradivu na str. 174) omogoča usposabljanje za vse naloge in postopke namerilca v tanku. Vadbena oprema obsega sistem za usmerjanje ognja, dnevno-nočno opazovalno napravo z laserskim merilcem razdalje in nadzorno merilno tablo. Glavni postopki, ki jih vadi namerilec, so zagon sistema, merjenje razdalje z laserskim merilcem, izbira vrste streliva ter postopki sledenja cilja in streljanja. Poleg tega je omogočena tudi vadba uporabe vseh drugih nadzorov in sistemov, ki se uporabljajo pred in med vožnjo na stranskem panelu ter ob njenem koncu.

### **Vadbeno mesto voznika poveljnika**

Vadbeno mesto poveljnika (slika 7 v slikovnem gradivu na str. 174) omogoča usposabljanje za izvedbo vseh bistvenih nalog in postopkov poveljnika tanka. Vadbena oprema obsega dnevno-nočno opazovalno napravo in periskop, komandni panel in detektor laserskega sevanja LIRD. Glavni postopki, ki jih vadi poveljnik, so postopki za zagon in ustavitev sistemov ter uporaba opazovalne naprave. Poleg tega je omogočena tudi vadba uporabe vseh drugih kontrol in sistemov, ki se uporabljajo pred in med vožnjo na stranskem panelu ter ob njenem koncu.

### **Virtualno okolje**

Napredno virtualno okolje Guardiaris/ZootFly omogoča urjenje postopkov v urbanih in drugih okoljih. Okolje vadbenih scenarijev je mogoče oblikovati s satelitskimi posnetki realnih okolij, tako je sistem zelo prilagodljiv. Dinamika in fizika virtualnega okolja omogočata realistično vedenje vozil ter projektilov. Vegetacija in okolje se dinamično prilagajata vadbenim vplivom, na primer eksplozijam, saj se vegetacija in modeli zgradb na virtualnem terenu spreminjajo glede na dejavnike, ki vplivajo nanje.

Skladno s postavitvijo naselij in značilnih zgradb, ki so v bližini virtualnega terena Počka, smo izdelali tudi digitalne modele urbanih okolij. Zgradbe v vadbenem okolju Guardiaris/ZootFly z naprednim pogonom vizualizirajo nastale poškodbe. Virtualno okolje vključuje tudi funkcijo simulacije vremenskih razmer, ki udeležencem usposabljanja omogoča vadbo v pogojih zmanjšane vidljivosti (noč, megla, dež) in veliko raznolikost vadbe.

## **3.2.2 Vadba usklajenega delovanja posadke in taktična vadba**

Poudarek celotnega procesa vadbe na virtualnem bojišču je, da posadke delujejo kot celota in da usklajeno izvajajo postopke po pravilih ter v čim krajšem odzivnem času. Pomemben dejavnik koordinacije je komunikacija, ki je omogočena prek simulacije komunikacijske naprave. Interoperabilnost trenažerja znotraj vadbenega sistema omogoča skupno vadbo različnih trenažnih sistemov v istem virtualnem okolju s skupno bazo podatkov o okolju. Hkrati lahko poteka vadba več tankovskih trenažerjev, vadbi pa se lahko priključijo tudi drugi trenažerji, v katerih vadbeni sistem omogoča skupno vadbo s trenažerji C4I ali drugimi simulacijskimi sistemi prek povezave DIS/HLA.



Dobra lastnost sobojevanja več trenažnih sistemov je tudi v analitičnem delu vadbenega sistema, v katerem se podatki o napredku udeležencev spremljajo, s čimer je omogočen učinkovitejši način pregleda ter korekture vadbe.

### 3.3 Perspektive

V prihodnje bo mogoč nadaljnji razvoj vadbenih zmogljivosti Slovenske vojske z dodatnimi vadbenimi trenažerji za skupno vadbo, tako tankovskih kot tudi drugih trenažnih sistemov. Tako bosta omogočena usposabljanje tankovskih enot v virtualnem okolju na ravni voda ali čete in tudi skupna vadba z drugimi rodovi vojske.

Virtualne trenažne sisteme je mogoče prav tako povezati s konstruktivnimi simulacijami (JCATS), pa tudi z drugimi vadbenimi sistemi, ki jih uporablja Slovenska vojska.

## 4 SVETOVNI TRENDI

Virtualni simulatorji so bili še pred nekaj leti dosegljivi le za večje oborožitvene sisteme. Z razvojem informacijske tehnologije na področjih računalniških iger (Smith, 2010) in komercialne strojne opreme je v zadnjem obdobju prišlo do obsežne širitve uporabe virtualnih simulatorjev. Bliskovit razvoj je opaziti predvsem na področjih višje stopnje realnosti, vključevanja sistemov poveljevanja in kontrole ter medsebojnega povezovanja simulatorjev.

### 4.1 Visoka stopnja realnosti

Stopnja realnosti, ki jo dosegamo z grafičnimi pogoni, se iz leta v leto izboljšuje in je eden izmed temeljnih pogojev, s katerim želimo udeleženca vadbe umestiti v razmere, primerljive z realnim svetom. Ne gre samo za doseganje visoke fotorealistične animacije, temveč morajo sodobni virtualni sistemi matematično modelirati fizikalne zakonitosti realnega sveta. V primerjavi z računalniško animacijo, kot jo poznamo v primeru filmske industrije, je to veliko večji matematični problem, saj je treba vse izračune izvajati v realnem času. Tudi primerjava z računalniškimi igrami pokaže, da so zahteve simulatorjev veliko višje. Fizika vozil, balistika, učinki ognja in fizika celotne okolice so v primeru računalniških iger generični, v simulatorjih pa jih je treba razvijati ločeno za vsak tip entitete.

Glavni izziv proizvajalcev tovrstnih sistemov je torej predvsem veliko izračunov, ki jih je treba opraviti v realnem času. Velika komercializacija področja je privedla tudi do velikih vlaganj v razvoj (Fong, 2010), zato lahko predvidevamo, da bo razvoj novih numeričnih modelov ob hkratnem razvoju računalniške strojne opreme v naslednjem desetletju omogočil pojav prvih fotorealističnih simulatorjev.

### 4.2 Integracija sistemov poveljevanja in kontrole

S pojavom omrežnega vojskovanja in z njim povezane digitalizacije bojišča se pripadniki oboroženih sil srečujejo z novimi komunikacijskimi in informacijskimi sistemi,

katerih obvladovanje poleg določene mere tehničnega znanja zahteva predvsem njihovo poglobljeno razumevanje. Ne gre torej le za znanje, povezano z ravnanjem z opremo, temveč mora uporabnik razumeti tako prednosti kot tudi slabosti sistema poveljevanja in kontrole. Trenažer C4I mora tako služiti kot orodje za pridobivanje rutine pri ravnanju s sredstvi in kot orodje za razumevanje omejitev in prednosti.

Gibanja v svetu kažejo, da bo nadaljnji razvoj usmerjen predvsem v simulacijo senzorskih podatkov, simulacijo glasovnih komunikacij in simulacijo informacijskih tokov.

**Simulacija senzorskih podatkov** predstavlja osnovno povezavo z virtualnim simulatorjem, ki v tem primeru služi kot zamenjava realnega sveta. Povezava poteka na ravni platforma – virtualni svet, na kateri se prek podatkov, pridobljenih iz virtualnega sveta, simulira dotok senzorskih podatkov v sistem poveljevanja in kontrole. Primeri takih povezovanj so signal GPS, s katerim določamo lokacijo platforme, signal laserskega daljinomera, s katerim lahko določamo lokacijo ciljev, RKB-alarmiranje in podobno. V okviru simulatorja senzorskih podatkov je treba še predvideti in modelirati dogodke, ki lahko vplivajo na delovanje senzorskih sistemov (izpad napajanja, okvare).

**Simulacija glasovnih komunikacij** je namenjena simuliranju delovanja vseh glasovnih komunikacijskih sistemov platforme. Sodobna bojna platforma je danes opremljena z več radijskimi napravami in interkomom, prek katerega potekajo glasovne komunikacije znotraj platforme, z izkrenim delom, z nadrejenim in podrejenimi. Nastavitve radijskih postaj omogočajo hkratno poslušanje več omrežij, z interkomom pa so določena pravila dostopanja do njih. Pravilno preklapljanje med omrežji mora za uporabnika postati rutina, saj v kritičnih razmerah ne more izgubljati časa z iskanjem pravih nastavitvev. Simulator glasovnih komunikacij mora zato vsebovati vse osnovne funkcije radijskih postaj in interkoma, udeležene vadbe pa mora do njega dostopati prek uporabniškega vmesnika, ki daje vtis, da upravlja pravi interkom in prave radijske naprave. Simulator mora omogočati normalno delovanje in izvajanje postopkov ob prehodu v druga omrežja (primer: sprememba hierarhije v liniji poveljevanja kot posledica nevtralizacije nadrejenega). Bistvene funkcionalnosti takega simulatorja so povezane z zagotavljanjem »realnih« pogojev, ki so nujno potrebni za razumevanje omejitev. Sem spadajo simulacije nihanja slišnosti, simulacije motenja (angl. jamming) ter simulacije okvar radijskih naprav in anten.

**Simulacija informacijskih tokov** zagotavlja dostavo podatkov v informacijski sistem poveljevanja in kontrole. Preproste povezave (glej 3.1), ki zagotavljajo preslikavo virtualnega sveta v svet poveljevanja in kontrole, zadostujejo za privajanje na delo z bojnimi informacijskimi sistemi, s čimer pa se njihova uporabnost konča. Uporabnik se tako ni sposoben naučiti vrednotenja podatkov in jih zato ni sposoben pravilno interpretirati. Realni sistemi poveljevanja in kontrole namreč nikoli ne kažejo resničnega stanja na terenu, temveč so podvrženi vrsti odstopanj. Glavna

vplivna dejavnika, in sicer časovna zakasnitev ter netočni oziroma pomanjkljivi podatki, skupno sliko bojišča zameglita in izkrivita (angl. fog of war). Pri tem je značilno, da so podatki o lastnih silah bolj natančni, vendar obremenjeni s časovnim zamikom, kar je posledica izpadov oziroma zasičenosti informacijskih povezav ter oddaljenosti vira podatkov (oddaljenost v smislu števila vmesnih komunikacijskih omrežij). Slika je slabša na področju obveščevalnih podatkov, saj je njihov zajem otežen in podvržen napakam.

Simulator informacijskih tokov mora vsebovati orodja za »zamegljevanje« in orodja za simulacijo podatkovnih tokov sosednjih in nadrejenih enot, ki niso vključene v virtualni simulator, prek katerih se udeleženec usposabljanja nauči vrednotiti podatke, ki so mu na voljo. Razumeti mora, katerim podatkom lahko zaupa in koliko. Spoznati mora prednosti, pa tudi omejitve sistema, saj lahko v realnosti slepo zaupanje privede do katastrofalnih posledic.

### 4.3 Povezovanje simulatorjev

Že dalj časa prisotna vizija medsebojnega povezovanja simulatorjev opisuje izvedbo kompleksnih vaj, pri katerih lahko sodelujejo različni rodovi in službe z vključenimi elementi sodelovanja oziroma skupnega delovanja (Page, 1998). Vključene so vse ravni poveljevanja, uri se tako poveljniški kader kot tudi vojak posameznik. Povezovalni standardi v tem trenutku že omogočajo povezovanje simulatorjev (glej tabelo 2). Virtualni simulatorji so na tem področju še vedno nekoliko omejeni, saj omejitve zaradi procesorske moči in zahtevnih matematičnih operacij za zdaj še onemogočajo medsebojno povezovanje različnih grafičnih pogonov. Povezovanje simulacij C4I ni smiselno, saj so sistemi C4I ob pogoju, da so skladni z Natovimi standardi, sami po sebi sposobni izmenjevati vse potrebne podatke.

Tabela 2: Načini povezovanja simulacij

	Žive simulacije	Konstruktivne simulacije	Virtualne simulacije	Simulacije C4I
Žive simulacije	NE	DA, žive simulacije nastopajo kot vir podatkov za konstruktivne	NE	DA, žive simulacije nastopajo kot vir podatkov za simulacije C4I
Konstruktivne simulacije		DA, obojesmerno	DA, virtualne simulacije so vir podatkov za konstruktivne simulacije	DA, konstruktivne simulacije so vir podatkov za simulacije C4I
Virtualne simulacije			DA, če se uporablja isti grafični pogon	DA, virtualne simulacije so vir podatkov za simulacije C4I
Simulacije C4I				NE, ni smiselno

**Sklep** Izkušnje kažejo, da uporaba virtualnih simulatorjev korenito poseže v proces usposabljanja. Zavedati se je treba, da virtualni simulatorji niso zamenjava terenskega usposabljanja, lahko pa ga deloma nadomestijo. Usposabljanje je z njihovo uporabo intenzivnejše, višjo usposobljenost pa dosežemo z občutno pogostejšimi treningi.

Narava usposabljanj v virtualnem okolju prinaša vrsto prednosti.

Omogočajo preigravanje situacij, ki jih v realnosti ni mogoče izvesti oziroma se izvajajo le poredkoma (postopki sobojevanja in sodejstvovanja: vključitev zračne komponente, vključevanje minometne in artilerijske podpore, vključevanje drugih rodov in služb, vključevanje različnih okoljskih in časovnih dejavnikov: noč – dan, sonce – dež – sneg, megla, bojevanje na kontaminiranih območjih, bojevanje v okviru operacij širšega obsega).

Virtualni simulatorji omogočajo modeliranje okolja in možnih groženj, specifičnih za posamezno misijo. Tako se lahko pripadniki oboroženih sil pred napotitvijo na misijo spoznajo s ciljnim okoljem posamezne misije (reprodukcija realnega okolja v virtualnem svetu), specifičnimi grožnjami in z njimi povezanimi odzivi.

Uporabljamo jih kot podporo uvajanja novih sredstev v operativno uporabo. Pri tem jih poleg tega, da udeleženci spoznavajo sredstva, lahko uporabimo tudi za razvoj doktrine, taktike in učnih programov.

Uporaba virtualnih simulatorjev je varna. Urjenje lahko zato poteka v razmerah, ki jih na terenu zaradi varnosti udeležencev ni mogoče poustvariti.

Predvsem pa so virtualni simulatorji, kar v času recesije in ob zmanjševanju izdatkov za obrambo ni zanemarljivo, cenovno ugodni. Precejšen del praktične vadbe in s tem povezanih stroškov (gorivo, strelivo, zavarovanje itn.) lahko nadomestimo s šolanji na simulatorjih, pri čemer je strošek zanemarljiv. V prvih fazah uvajanja novih sredstev se izognemo poškodbam in okvaram, do katerih prihaja, ko udeleženci usposabljanja še niso dosegli osnovne stopnje usposobljenosti.

Poleg prednosti, ki jih prinašajo v proces usposabljanja in vadbe, so tudi družbeno sprejemljivi, ne povzročajo škodljivih vplivov na okolje in so za javnost nevidni. Ne povzročajo nepotrebnih odzivov lokalnih skupnosti v okolici vadišč in strelišč, niti ne dajejo povodov za razburjanje širše javnosti.

Ugotovimo lahko: doba virtualnih simulatorjev je pred vrati.

**Literatura**

1. Bohemia Interactive Australia, 2010. *White Paper: Virtual Battlespace (VBS2)*, 1-49. [http://distribution.vbs2.com/docs/VBS2\\_Whitepaper.pdf](http://distribution.vbs2.com/docs/VBS2_Whitepaper.pdf), 1. 9. 2010.
2. Fong, G, 2010. *Adapting COTS Games for military Simulation*, str. 1–4. <http://www.ceng.metu.edu.tr/~e120353/fong.pdf>, 1.9.2010.
3. Page, E.H., Smith, R., 1998. *Introduction to military training simulations: A guide for discrete event simulationists*, str. 1–8. *Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference*.
4. Smith, R., 2010. *The Disruptive Potential of Game Technologies: Lessons Learned from its Impact on the Military Simulation Industry*, str. 1–12. *Research Technology Management*. [http://www.modelbenders.com/papers/DisruptivePotential\\_RTM.pdf](http://www.modelbenders.com/papers/DisruptivePotential_RTM.pdf), 1. 9. 2010.
5. U.S. Department of Defense, 2010. *DoD modeling and simulation (M&S) glossary*, 1–253. [http://www.msco.mil/files/Draft\\_MS\\_Glossary\\_March\\_B\\_version.pdf](http://www.msco.mil/files/Draft_MS_Glossary_March_B_version.pdf), 1. 9. 2010.

Slika 1  
Figure 1



Primer VBS2 učilnice (Marko Jordan, Janez Hafner)  
Example of a VBS2 classroom (Marko Jordan, Janez Hafner)

Slika 2  
Figure 2



Vadba nadzorne točke v VBS2 Virtualnem bojišču (Marko Jordan, Janez Hafner)  
Check Point Security training in VBS2 virtual battlefield (Marko Jordan, Janez Hafner)

Slika 3  
Figure 3



Vadba spremljanja konvoja v VBS2 Virtualnem bojišču (Marko Jordan, Janez Hafner)  
Convoy Escort training in VBS2 virtual battlefield (Marko Jordan, Janez Hafner)

Slika 4  
Figure 4



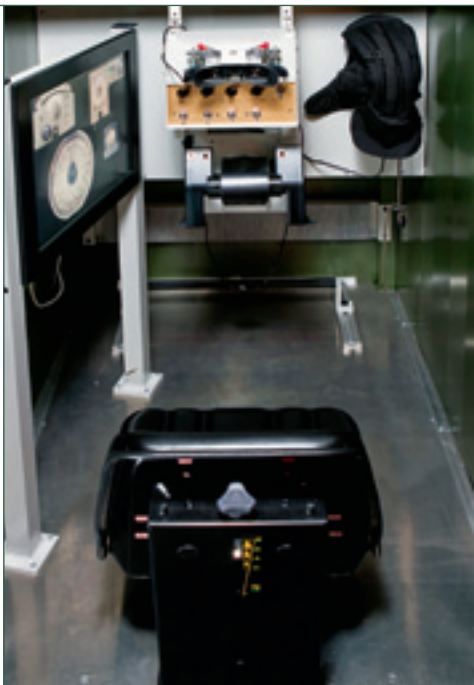
Vadba celotne tankovske posadke (Marko Jordan, Janez Hafner)  
Training of the entire tank crew (Marko Jordan, Janez Hafner)

Slika 5  
Figure 5



Vadbeno mesto voznika tanka (Marko Jordan, Janez Hafner)  
Tank Driver training point (Marko Jordan, Janez Hafner)

Slika 6, 7  
Figure 6, 7



Vadbeno mesto namerilca tanka  
(Marko Jordan, Janez Hafner)  
Tank Gunner training point  
(Marko Jordan, Janez Hafner)



Vadbeno mesto poveljnika tanka  
(Marko Jordan, Janez Hafner)  
Tank Commander training point  
(Marko Jordan, Janez Hafner)