
Recenzovaný článek

Efektivita výcviku s využitím simulačních technologií při výcviku studentů Univerzity obrany v taktické přípravě

Effectiveness of Training Using Simulation Technologies in the Training of Students of the University of Defence in Tactical Training

Ľudovít Hradský¹, Luděk Rak¹, Jan Nohel¹

¹Univerzita obrany, Brno, Česká republika

Abstrakt:

Článek se zabývá možností využití simulačních technologií při výcviku studentů Univerzity obrany v taktické přípravě a hledá za pomoci experimentu odpověď na otázku, zda využití těchto prostředků přináší prokazatelnou efektivitu. Studenti 1. ročníku byli v rámci předmětu Příprava v poli náhodně rozdělení do 42 sekcí o přibližně stejném počtu členů a následně byli rozřazeni do 3 kategorií podle způsobu využití prvků živé a virtuální simulace. Všem skupinám v průběhu závěrečného cvičení byly přidělovány body za určitou taktickou činnost. Celkový počet dosažených bodů všech skupin byl podroben následnému statistickému šetření za pomoci jednofaktorové analýzy rozptylu dat, s cílem prověřit, zda mezi jednotlivými skupinami dochází k statisticky významným rozdílům. Přestože použití moderních simulačních technologií u studentů mělo pocitově pozitivní vliv na zlepšení kvality výcviku, za pomoci statistických metod se nepodařilo ve větší míře prokázat, že by docházelo ke statisticky významným rozdílům mezi zkoumanými skupinami. Výsledky experimentu ale do jisté míry ukazují, že určité rozdíly mezi jednotlivými skupinami opravdu existují, a proto nechává určitou příležitost k provedení obdobného, nebo rozsáhlejšího výzkumu, ve snaze podpořit atraktivitu vzdělávacího procesu u studentů vojenských škol.

Abstract:

The article deals with the possibility of using simulation technologies in the training of students of the University of Defence in tactical training and seeks to answer the question whether the use of these means brings demonstrable effectiveness by means of an experiment. First-year students in a Field Training course were randomly divided into 42 sections of approximately equal numbers and then assigned to 3 categories based on their use of live and virtual simulation. All groups were assigned points

for a specific tactical activity during the final exercise. The total scores of all groups were subjected to a subsequent statistical investigation using a one-factor analysis of variance on the data to examine whether there were statistically significant differences between the groups. Although students' use of modern simulation technology had a perceived positive effect on improving the quality of training, there was no evidence of statistically significant differences between the groups studied using statistical methods. However, the results of the experiment do show to some extent that some differences do exist between the groups and therefore leaves some opportunity to conduct similar, or more extensive research, in an effort to promote the attractiveness of the training process to military school students.

Klíčová slova: Armáda České republiky; příprava personálu; simulace; vojenské školství; výcvik.

Keywords: Czech Armed Forces; Military education; Simulation; Staff training; Training.

ÚVOD

Výuka vojenské taktiky studentů UO, je specifická forma přípravy, která se zaměřuje na zvládnutí jednotlivých znalostí a dovedností potřebných k efektivnímu plánování, koordinování a provádění budoucích vojenských operací. Tento typ přípravy v současné době obvykle zahrnuje kombinaci teoretické přípravy, která následně pokračuje v provádění praktických cvičení s využitím všech dostupných technických prostředků. Tyto prostředky pomáhají studentům rozvíjet hlubší porozumění o vojenské taktice a tomu, jak ji následně aplikovat v reálných podmínkách (Paananen and Pulkka 2019).

Simulační a trenažérové technologie jsou v současné době neocenitelným pomocníkem v přípravě každého vojenského profesionála. Pomocí nich mohou jednotlivci nebo skupiny efektivně procvičovat a zdokonalovat své taktické schopnosti a dovednosti ve virtuálním nebo adekvátním prostředí, dávno předtím, než budou čelit hrozbám skutečných bojových operací. Jedním z klíčových přínosů simulačních technologií v taktické přípravě je schopnost vytvářet dynamické a interaktivní koncepty, které věrně napodobují podmínky reálného prostředí bojové nebo mírové operace (Lake 2023). To umožňuje jednotlivcům a skupinám procházet celou řadu variabilních, předem definovaných scénářů, což jim v konečném důsledku pomáhá rozvíjet jejich plánovací a rozhodovací schopnosti. Zároveň si ale také zvyšují situační povědomí a můžou si ověřit reakci protivníka na jejich provedené taktické manévry. Další nespornou výhodou, při využití simulačních technologií, je schopnost poskytovat studentům okamžitou zpětnou vazbu o správnosti a včasnosti taktického rozhodnutí. Na základě toho je řídící schopen sledovat pokrok ve výcviku studentů a identifikovat kritické oblasti, které je třeba rozvíjet a podle toho také

upravovat taktické scénáře, nebo celkovou strategii přípravy. Analýzou dat dostupných ze simulátorů se mohou studenti lehce poučit z chyb, kterých se dopustili a lze tak snadno identifikovat oblasti ve kterých je nezbytné se zlepšovat.

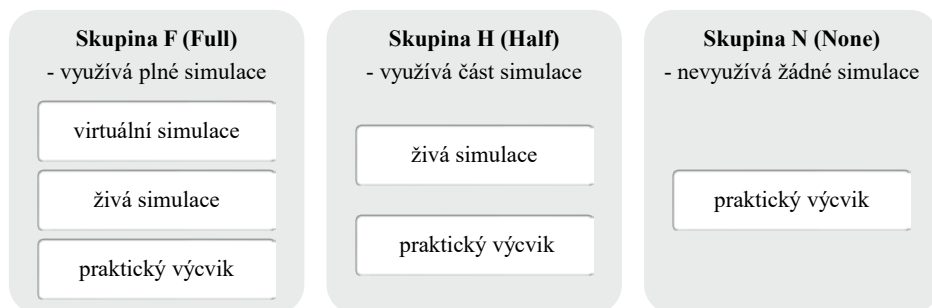
Jsou to právě moderní simulační systémy, které tvoří základ principů nových výukových technologií umožňujících provádět intenzivní a efektivní výcvik studentů v podmínkách blízkých, těm skutečným, které se nedají v určitých případech dosáhnout žádným jiným klasickým prostředkem či metodou. Simulace zde bývají lepším řešením zpravidla z důvodů nižších ekonomických nákladů, ale i dalších pozitivních efektů (Rybář 2000). Předpokládá se, že simulační technologie dokáží díky sofistikovaným funkcím moderní techniky a počítačů lépe utvářet návyky a dovednosti v porovnání se skutečným výcvikem v reálném prostoru, i když i ten je v konečném důsledku nenahraditelný. Kromě utváření požadovaných návyků a dovedností simulátory navíc dokáží ověřit výsledek rozhodnutí daného velitele v konkrétní taktické situaci, a protože jsou interaktivní, dokáží působit zpětně na konkrétní cvičící subjekt (Suchý a Trlica 2008).

Na základě výše uvedených aspektů vzešla myšlenka na provedení výzkumu, který by mohl prokázat, zda jsou skupiny studentů UO, které budou aktivně využívat všech výhod prostředků živé a virtuální simulace, efektivnější při výcviku, než skupiny, které tyto simulace nevyužívají, popřípadě je využívají jen částečně.

1 METODOLOGIE

V rámci zkoumané problematiky byla snaha nalézt odpověď na otázku, zda má využití prostředků virtuální a živé simulace zásadní vliv na efektivitu výcviku u studentů UO v taktické přípravě. Při výzkumu byl kladen důraz na výběr správných simulačních prostředků a na samotné provedení experimentu při výcviku v předmětu Příprava v poli.

Hlavním cílem při zjištění efektivity výcviku byl provedený experiment, při němž byly zkoumány 3 druhy malých taktických skupin (sekcí), složených z 5 až 6 účastníků, vyčleněných z řad studentů 1. ročníku UO. Skupiny zařazené do kategorie F (Full) využívaly vybrané virtuální simulační prostředky SkSTT a dále pak měly k dispozici živou simulaci v podobě taktického souborového simulátoru zavedeného do výcviku AČR. Skupiny zařazené do kategorie H (Half) měly k dispozici pouze živou simulaci a poslední skupiny zařazené do kategorie N (None) nevyužívaly žádných simulačních prostředků a účastnili se tak pouze standardního praktického zaměstnání. Cílem bylo porovnat, jak vysoce efektivní budou při výcviku skupiny využívající maximum simulačních technologií a jak si budou počínat skupiny, které měly omezené možnosti, nebo neměly k dispozici žádné prostředky. Schéma rozdělení do jednotlivých skupin je pro lepší názornost vyobrazeno na obrázku 1.



Obrázek č. 1: Schéma rozdělení cvičících do skupin před plánovaným experimentem

Před začátkem experimentu byly stanoveny následující hypotézy:

H_0 : Využití simulačních technologií při výcviku nemá prokazatelný vliv na získané celkové body skupin F, H, N a nedochází tudíž k zvýšené efektivitě s využitím simulačních prostředků.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H_1 : Využití simulačních technologií při výcviku má prokazatelný vliv na dosažené celkové body skupin F, H, N a tudíž dochází k zvýšené efektivitě při využití simulačních prostředků.

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

Stanovení kritérií pro hodnocení efektivity

Důležitým prvkem, pro stanovení kritérií hodnocení efektivity, byli instruktoři ze skupiny bojové přípravy, doplnění z řad studentů 3. ročníku UO. Jejich úkolem bylo na jednotlivých kontrolních bodech závěrečného cvičení přidělovat objektivně a nezáujatě jednotlivým taktickým skupinám (sekcím) bodové ohodnocení v rozpětí 0-10 bodů za přesně stanovenou taktickou činnost. Kritériem pro stanovení bodů bylo správné provádění různých taktických činností jako např. reakce na silného nebo slabého protivníka, reakce na dělostřelecký přepad, činnost na přítomnost prostředků UAV, činnost při odsunu raněného a mnoho dalších reálných vojenských činností (Rak, Vlkovský a Zahradníček 2022). Výsledkem byl součet několika desítek až stovek bodů v průběhu komplexního výcviku, s maximálním možným ziskem 180 bodů. Bodové hodnocení bylo zaznamenáno do datového souboru, který následně sloužil k dalšímu statistickému zpracování dat metodou analýzy rozptylu. Byla použita jednofaktorová ANOVA, která byla využita při porovnání několika středních hodnot mezi jednotlivými skupinami. Výchozí bodem k jejímu

výběru bylo její poměrně časté užití ve vědeckých, nebo lékařských oborech a proto byla tato metoda zvolena i pro využití v podmínkách vojenského prostředí.

K dalšímu zkoumání byl využit doplněk analýzy dat v programu MS Excel 2019, který je pro běžného uživatele lehce dostupný a aplikace STAT1, která je součástí knihy Základy statistiky (Neubauer, Sedláčik, a Kříž 2016).

Podmínky pro stanovení kritérií:

- studenti byli náhodně rozděleni do jednotlivých sekcí o velikosti 5 až 6 členů a následně byly tyto sekce rovnoměrně rozděleny do 3 skupin označených jako F, H, N, dle schématu na obrázku 1,
- experiment byl proveden pouze u studentů 1. ročníku, kteří reprezentovali největší vzorek pro testování (jedná se o nejpočetnější skupinu) s minimálními znalostmi taktický zásad,
- u experimentu bylo zajištěno náhodné vybrání vzorků studentů, bez úmyslného zařazení podle jejich současných kvalit, protože jen náhodný výběr může potvrdit nebo vyvrátit nulovou hypotézu,
- pokus se neopakoval, jednak z časových důvodů, ale také z důvodu své jedinečnosti,
- při hodnocení kvality provedeného taktického manévru při samotném cvičení byl kladen důraz na objektivitu, z tohoto důvodu byli vybráni a proškoleni nezaujatí instruktoři, kteří hodnotili vždy pouze jednu taktickou činnost postupně u všech sekcí (linkový způsob provedení cvičení).

Omezující podmínky výzkumu:

- z časových důvodů a technických možností nebylo možné využít všechny současně dostupné typy simulátorů k plánovanému experimentu,
- zapůjčení některých technologií bylo závislé na jejich aktuálním využití, neboť prioritu měl výcvik bojových jednotek před výcvikem studentů UO,
- k provedení experimentu byli využiti studenti vojenské školy, nikoliv vojenští profesionálové od bojových útvarů z důvodu stanovené hierarchie velení a řízení v AČR,
- zvolený experiment byl časově a prostorově omezen,
- výzkum byl zaměřen pouze na prostředky živé a virtuální simulace,
- vzhledem k tomu, že sekce obsahují 5 až 6 členů, nebylo možné v rámci provedení experimentu v průběhu cvičení zkoumat více než 42 sekcí, které reprezentují celý 1. ročník studentů FVL a FVT.

2 CHARAKTERISTIKA SIMULACÍ POUŽÍVANÝCH PŘI VOJENSKÉM VÝCVIKU

Simulace jako takové, existují v mnoha různých podobách, s různou mírou realističnosti ("Simulations Vs. Case Studies" 2019). Vojenský výcvik s využitím simulačních technologií je proces, který plnohodnotně využívá výhod moderních prostředků založených na základech výpočetní techniky, technologii virtuální reality, distribuované simulační technologií, nebo technologii umělé inteligence. Tento proces směřuje k reálné simulaci

boje protivníka, včetně zbraňových systémů a vede k pocitu cvičících studentů zažívat atmosféru blízkou skutečné bojové činnosti. S ohledem na tuto skutečnost přikládají odborníci z oblasti modelování a simulace implementaci různých typů simulací do výcviku značný význam (Yao a Huang 2021).

Pokud se budeme zabírat myšlenkou uplatnění simulace při vojenském výcviku u studentů UO, pak bychom měli vzít v úvahu, jaký typ simulace budeme při výcviku uplatňovat a v jakém prostředí se bude odehrávat. Podle způsobu využití lze obecně simulace rozdělit do několika kategorií. Pro oblast využití ve vojenském prostředí je asi nejvhodněji rozdělit simulaci na živou, virtuální a konstruktivní (Cayirci a Marincic 2009).

Živá simulace, je takovým typem simulace, při níž reálné objekty využívají dostupné sofistikované simulační zařízení v reálném čase. Typickým příkladem využití při praktickém vojenském výcviku je využití laserových nebo infračervených zařízení (Rybár 2000). V podmínkách AČR, u jednotek pozemních sil, se u tohoto typu simulace v současné době nejvíce využívá taktický souborový simulátor, který je dostupný u SkSTT Vyškov. Živá simulace se tedy realizuje na modelech, které jsou založené na základě reálných taktických operací.

Soubor základních vlastností živých simulací musí obsahovat tyto prvky (Rybár 2000):

- reálný běh času,
- účast reálné živé síly,
- použití reálných organických, přidělených, nebo podpůrných prostředků,
- dodržení zásad přípravy, organizace a provedení stanoveného cvičení,
- pravděpodobné scénáře vývoje taktické činnosti,
- pravděpodobné varianty činnosti protivníka,
- průběh cvičení musí korespondovat s reálným prostředím bojiště.

Živá simulace utváří vhodné podmínky k efektivnějšímu řízení taktických cvičení a zároveň slouží ke zvýšení objektivitu při závěrečném rozboru a hodnocení u studentů (Suchý a Trlica 2008). Smysluplné využití tohoto druhu simulace nachází uplatnění zejména při výcviku menších jednotek, typicky sekcí, družstev, nebo čet. Proto je v současné době tento druh simulace plně využíván při výcviku studentů UO v rámci předmětu Příprava v poli.

Virtuální simulace, je považována za nejmodernější druh simulace bojové činnosti. Realizuje se na simulátorech s virtuální realitou nebo v sítích s takto koncipovanými simulátory. Jejich konstrukce v podstatě představuje speciální informační systém umožňující interaktivní komunikaci cvičícího subjektu s odpovídající virtuální skutečností v reálném čase. Stěžejní výhodou virtuální simulace je, že vyžaduje podstatně menší nároky na fyzický prostor než např. simulace živá (Rybár 2000). Základními představiteli virtuální simulace zavedenými ve vojenském prostředí jsou trenažéry a simulátory postavené na základech virtuální reality, dodané externí firmou na základě provedeného výběrového řízení.

Nezbytnou součástí virtuální simulace je software pro virtuální simulaci a modelování, který by měl ideálně připravit cvičící jednotku k následnému praktickému výcviku

(“Comparison of Debriefing Methods after a Virtual Simulation: An Experiment” 2018). Tímto smysluplným a udržitelným způsobem doplňuje a rozšiřuje celistvou koncepci procesu přípravy, přičemž při používání prostředků virtuální reality lidem ani technickým prostředkům nehrozí žádné bezprostřední riziko. Navíc má využití virtuálních simulačních technologií vysoce motivační charakter, díky němuž se cvičící poměrně snadno uvedou do reálného běhu stanoveného cvičení.

Software pro virtuální simulaci a modelování napomáhá k pozitivnímu rozvoji dobrých studijních návyků a dovedností u studentů. Důraz je kladen na vizuální porozumění a atraktivní grafický výstup, motivující a podporující proces taktického myšlení. Výhody softwarového řešení lze spatřit ve virtuální simulaci a modelování s těmito benefity (“Virtuální simulace a modelování” 2023):

1. Možností virtuálního znázornění reálného prostoru nebo prostoru blízkému tomu reálnému;
2. Dobré teoretické přípravě studentů s určitým tematickým okruhem před samotným praktickým výcvikem a to díky přesnému podání ve virtuálním prostředí;
3. Nižší fyzické námaže a nižšímu časovému rozpočtu potřebnému k vyřešení určitého taktického úkolu;
4. Menšími nároky na požadovaný výcvikový materiál a munici, neboť cvičící se připravují a experimentují virtuálně, nezávisle na místě provedení, což umožňuje provádět operace mimo území současných výcvikových prostorů, dokonce i mimo území mateřského státu.

Konstruktivní simulace, je specifickým typem počítačové simulace. Její hlavní myšlenka spočívá v tom, že uživatelé nepracují se skutečnými zbraňovými systémy a reálným vybavením, nýbrž používají logicko-matematické modely k zobrazení bojových činností jednotek v reálném prostředí. Základem konstruktivní simulace jsou otevřené statistické modely bojové činnosti a jejich vzájemné interakce (Hubáček a Vráb 2012).

Živá síla je zde reprezentována určitými logickými výroky, které jsou označovány jako pravidla boje. Používá se při výcviku jednotek a velitelských struktur ve spojení s předem naplánovaným manévrem zohledňujícím určitý čas a stanovený prostor. Zahrnuje také potřebné virtuální entity, které představují reálnou živou sílu, zbraně a prostředí (Penchev 2020).

Tento typ simulace v určitém kontextu nabízí možnost vizualizace značného počtu událostí, k nimž dochází v konkrétních scénářích, jako jsou např. přesuny jednotek, výpočty poměru sil nebo kroky spojené s plánováním a řízením logistické a bojové podpory (Penchev 2020).

Vzhledem k tomu, že se konstruktivní simulace uplatňuje v rámci AČR zejména při výcviku a sladění organických štábů, není tato simulace příliš vhodná pro výcvik studentů nižších ročníků, na které byl primárně zaměřen náš výzkum. Dalším důvodem, který brání v plnohodnotném využití této simulace u studentů UO je nedostatečný počet hodin vyčleněných ve studijním programu Řízení a použití ozbrojených sil.

V určitých případech se při využití výše uvedených typů simulací můžeme setkat s prvky hybridní simulace. **Hybridní simulace** kombinuje při výcviku dva nebo více typů simulací, tak aby poskytla komplexní hodnocení více prvků současně, typicky při souběhu výcviku štábu a jeho podřízených jednotek. Nejčastěji se při hybridní simulaci kombinují

prvky konstruktivní a virtuální nebo živé simulace. Spojují tak teoretickou a praktickou stránku výcviku. Běžně se dnes ve vojenské praxi ale setkáváme spíše s čistými prvky simulace živé, virtuální a konstruktivní ("All the Types of Simulation Training to Use in Practice" 2024).

3 ANALÝZA DOSTUPNÝCH SIMULAČNÍCH PROSTŘEDKŮ POTENCIONÁLNĚ VHODNÝCH K PROVEDENÍ EXPERIMENTU

Při analýze současně dostupných prostředků k provedení experimentu byla zohledněna skutečnost, že budou využity simulátory z oblasti živé a virtuální simulace. Konstruktivní simulace byla od počátku zavržena, neboť byl výcvik prioritně zaměřen na bojové drily malých taktických skupin a pro ně není tento typ simulace vhodný.

Dnešní počítačové technologie umožňují zobrazit realistické trojrozměrné simulace, a to i u velmi složitých systémů (Pelánek, 2011). Vojenský výcvik je značně limitovaný v oblasti využití prostředků virtuální a živé simulace. Jejich vhodnost a kvalita je závislá na reálné dostupnosti a určitém využití zpětné vazby uživatelů přenesených do programového vybavení, v našem případě studentů s dostatkem taktických dovedností a zkušeností nabytých z předchozích cvičení.

Po rychlém analytickém úsudku, bylo zařazeno do výběru několik simulátoru, jejichž stručná analýza je uvedena v kapitolách 3.1 až 3.4.

V oblasti živé simulace byl k dispozici pouze jediný zástupce a to konkrétně TSS a proto byla volba v oblasti živé simulace o něco jednodušší. Nakonec byl v oblasti virtuální simulace zvolen simulátor sesednuté pěchoty, dostupný u SKSTT Vyškov, a to zejména z důvodu snadné dostupnosti při praktickém výcviku v předmětu Příprava v poli, který se odehrával v přilehlém výcvikovém prostoru VÚJ Březina.

3.1 Virtuální bojový simulátor VBS3

Pro potřeby výcviku studentů UO je v oblasti taktické přípravy k dispozici 30 ks výpočetní techniky s virtuálním taktickým simulátorem VBS3, umožňují provedení virtuálního cvičení podle předem definovaných scénářů.

Virtuální bojový simulátor je softwarový nástroj pro vojenské simulace umožňující řešení různě složitých taktických činností ve virtuálním prostředí. Na základě komerčních herních technologií se VBS3 během více než 15 let vyvinul v komplexní platformu pro přípravu vojenských jednotek do vojenských operací, nebo pro výcvik kadetů vojenských škol.

Simulátor disponuje velkým množstvím rozmanitých taktických scénářů, které se využívají ve více než 50 zemích světa (*VBS3 Virtual Desktop Training and Simulation* 2020). Vytvoření těchto scénářů však vyžaduje určité taktické, ale i aplikačně programové znalosti obsluhy.

Simulátor nabízí mnoho vyspělých funkcí, mezi něž patří pokročilé grafické rozhraní, zejména v oblasti 3D grafiky, vylepšené síťové rozhraní, vysoký počet entit objevujících se v rozehrané simulaci, dynamický model prostředí zahrnující různorodé geofyzikální jevy a mnoho dalších funkcí, souvisejících zejména s tvorbou taktických scénářů ("Virtual Battlespace 3 (VBS3)" 2013).

Jak již bylo zmíněno, VBS3 patří mezi prostředky virtuální simulace, které jsou schopny připravit vojáky a jednotky na různé nenadálé taktické činnosti, bez nutnosti provedení praktického výcviku (*Field Manual* 2021). Jeho hlavním cílem je rozvíjet určité taktické schopnosti a dovednosti bez nutnosti použití zbraní, materiálu a techniky s nižšími provozními náklady a vyšší efektivitou.

Virtuální simulátor VBS3 lze využít k přípravě jednotek v oblastech taktické přípravy bojových jednotek a k ověření přijatých rozhodnutí velitelem jednotky při organizaci součinnosti. Dále lze využít nácvik přesunů vozidel v proudech, nebo doprovody konvojů. Tohoto prvku je využito zejména při přípravě do mírových operací (Kozůbek a Flasar 2011).

Systém umožňuje také ověřit reakci na improvizovaná výbušná zařízení a nácvik základních bojových drillů, což je vhodné zejména při výcviku jednotlivců s nižšími taktickými dovednostmi (Kozůbek a Flasar 2011).

V případě, že simulátor obsahuje doplňkovou službu „VBS rádio“, která je za příplatek a není automaticky součástí VBS3, pak lze také provádět nácviky rádiové komunikace při dodržování provozu v rádiových sítích. Systém hlasové komunikace a rádiové simulace umožňuje za pomoci náhlavních souprav věrohodnou taktickou rádiovou komunikaci mezi cvičícími jednotkami, nebo jednotlivci. Existuje zde také možnost zpětného přehrání audio záznamu, který slouží k analýze myšlenkových pochodů u cvičících (*VBS3 Virtual Desktop Training and Simulation* 2020).

VBS je vybaven několika vestavěnými aplikacemi, které podporují možnosti vývojového prostředí. Patří mezi ně zejména editory misí, které umožňují uživatelům přidávat, upravovat nebo mazat objekty předem, nebo během právě probíhající simulace. Obsahuje modul kontroly po provedené vojenské operaci, který umožňuje provádět správcům, ale i uživatelům, analýzu dat po ukončení události, s možností rychlého editování celého průběhu cvičení. Kompletní vývojové prostředí umožňuje uživatelům vytvářet různorodé stavební objekty, upravovat terén a převádět skutečné objekty jako 3D modely do simulačního prostředí VBS (*VBS3 Virtual Desktop Training and Simulation* 2020).

V současné době není výcvik na tomto typu simulátoru plnohodnotně zařazen do programu výuky studentů UO, zejména z důvodu nedostatečného počtu výukových hodin, ale je využíván zejména k experimentálním a vědeckým účelům. Lze ho samozřejmě dodatečně využít v hodinách výuky vyčleněných jako cvičení nebo semináře v předmětu Taktika bojových jednotek, k ověření taktických dovedností studentů vyšších ročníků v oblasti TLP.

3.2 Virtuální bojový simulátor VBS4

Za účelem rozvoje tvůrčí činnosti u akademických pracovníků a experimentálního využití za účasti studentů, byla na zkušební dobu využita časově omezená licence VBS4

k ověření dostupných funkcí pro vedení výcviku ve virtuálním prostředí. Cílem bylo prozkoumat, jak moc se tento prvek při výcviku osvědčí a zda dává pořízení tohoto nákladného simulátoru vůbec smysl.

V současné době je u katedry Vševojskové taktiky k dispozici 6 ks pracovních stanic s VBS4, které slouží zejména k experimentálnímu využití ve vztahu k publikační činnosti. Rozšíření na větší počet pracovních stanic v současné době brání zejména vysoká pořizovací cena a následná každoroční platba za technickou podporu každé pořízené licence. Další překážkou, která brání v hromadnému použití tohoto moderního simulátoru, je poměrně vysoká časová náročnost kladená na samotné obsluhy, zejména při tvorbě nových scénářů a tvorbě kvalitních rozborů po provedených cvičeních.

VBS4 nabízí velmi výraznou pokrokovou změnu oproti svému předchůdci a poskytuje lepší celkovou vizualizaci za podpory využití reálného terénu. Zavádí režimy VBS Plan a VBS Geo pro rychlé a přesné generování taktických scénářů a terénu, přičemž jako doplňkový produkt lze využít VBS World Server, který právě umožňuje výcvik v reálném 3D prostředí. VBS4 nabízí snadno použitelné editovací nástroje a propracované grafické vizuální prvky, které zároveň vtáhnou cvičící do takřka reálného virtuálního prostředí ("VBS4" 2020).

Simulátor je navržen tak aby byl snadno použitelný, bez nutnosti dlouhé instruktáže, přestože jeho plnohodnotné ovládání vyžaduje značné úsilí, je navržen tak aby byl snadno použitelný i pro širší laickou veřejnost ("VBS4" 2020).

Přestože VBS4 na první pohled vypadá jako strategická hra, jeho primární zaměření je na provedení vojenských taktických manévrů a operací. Simulátor je optimalizován tak, aby zvládl modelovat tisíce entit umělé inteligence, hustě zarostlých vegetativních oblastí a složitých městských aglomerací. VBS Blue nabízí vysokou geografickou přesnost a současně nabízí možnost stažení aktualizovaných mapových podkladů z předem definované oblasti ("BISim releases VBS4 21.1 with more military use cases than any other simulation software" 2021).

Přehled inovovaných funkcí implementovaných do VBS4:

- větší škálovatelnost, která na rozdíl od předchozích verzí podporuje větší množství vysoce věrných konstruktivních modelů civilních a vojenských entit, přičemž v dohledné době budou desítky tisíc objektů podporovány pomocí technologií dostupných v on-line síťovém prostředí za účelem replikace reálných zbraňových systémů ("VBS4" 2020),
- lepší flexibilita terénního serveru, která přidává do nastavení simulátoru možnost centrální terénní databáze z důvodu usnadnění práce správcům systému a snížením požadavků na celkovou velikost diskového prostoru na klientských počítačích se systémem VBS4 ("BISim releases VBS4 21.1 with more military use cases than any other simulation software" 2021),
- nový režim plánování taktických operací do prostředí simulátoru, který umožňuje administrátorům (rozhře cvičení) snadno vytvářet rozmanité typy dynamicky se měnících scénářů, které pomáhají vytvářet administrátorům dostatečný časový prostor k tomu, aby se mohli více soustředit na samotné provedení cvičení než na samotné plánování ("VBS4" 2020);
- optimalizace samotného spuštění a tedy možnost rychlejšího užívání bez zbytečných prodlev;

- nově zavedená podpora rozšířené reality, nabízí větší vtažení do virtuálního prostředí na základě vylepšeného grafického zobrazení, postaveného na novém modelu environmentálního prostředí, způsobuje, že cvičící mají snahu aktivně rozvíjet své taktické schopnosti nad rámec definovaného cvičení ("VBS4" 2020).

Vzhledem k nedostatečnému počtu stanic s VBS4 a s ohledem na poměrně značnou časovou náročnost při tvorbě specifických scénářů, jsme se nakonec rozhodli tento typ simulátoru nezařadit do našeho experimentu, i když jsme z počátku o jeho služby jevíli značný zájem.

3.3 Rekonfigurovatelné virtuální simulátory

Rekonfigurovatelné virtuální simulátory jsou zaměřeny na společný výcvik malých taktických jednotek. Slouží ke sladění plánovacího a rozhodovacího procesu u velitelů na nižším stupni velení a řízení, za účasti reálných virtuálních modelů. Hlavní potenciál těchto simulátorů lze spatřit v jejich možnosti rekonfigurace na nové typy bojové techniky, nebo v implementaci nových pravidel boje. Jsou charakteristické koordinací a komunikací mezi osádkami, nebo jednotkami a jsou zaměřeny do oblasti velení a řízení. Při jejich aktivním využití dochází k pozitivnímu rozvoji taktického myšlení a úsudku (*Reconfigurable Virtual Simulator (RVS)* 2020).

Hlavními rysy těchto simulátorů jsou flexibilní scénáře a užití věrohodné terénní databáze s vysokou úrovní detailů. Díky své modularitě jsou variabilní a snadno rozšiřitelné. Dalo by se říci, že se také jedná o relativně nízkonákladové řešení, ve srovnání s reálným výcvikem (*Reconfigurable Virtual Simulator (RVS)* 2020).

Pod názvem VS-I" se u SkSTT Vyškov nachází simulátory, ve kterých jsou umístěny skutečné funkční, ovládací a signalizační prvky bojových vozidel. Rozměry kokpitů jsou autentické s rozměry skutečných prostředků, přičemž při praktickém výcviku je spuštěn hydraulický systém, který vytváří dojem reálného prostupu terénem. Komunikace mezi řídícím výcviku a jednotlivými osádkami bojových vozidel probíhá s využitím reálných komunikačních prostředků dostupných v těchto vozidlech. Simulátory mohou pracovat v autonomním režimu, nebo v propojení s ostatními simulátory umístěnými v budově oddělení simulace taktické přípravy ("Virtuální simulace" 2024).

Vzhledem k tomu, že se jedná se o simulátory sloužící pro výcvik osádek bojových vozidel a samotný experiment je výhradně orientován na samotnou pěchotu, byla pozornost více zaměřena na jiný typ simulátoru, než na VS-I.

Další z možností využití prostředků virtuální simulace jsou simulátory typu VS-II, které jsou souborem rekonfigurovatelných desktopových simulátorů, simulujících díky univerzálním vstupním a výstupním zařízením několik typů vozidel, leteckých prostředků a mnoha dalších entit. Tento simulátor disponuje schopností propojení s konstruktivní simulací OTB, umístěnou ve vedlejší budově, což umožňuje zároveň provádět výcvik nadřazeného stupně a podřízených jednotek, nebo určitých variant menších úkolových uskupení (Vráb a Havelka 2019).

VS-II se využívá zejména ke skupinovým cvičením do stupně rota a spojuje různé simulované prostředky v jednom simulovaném prostředí, ve kterém se rozehrávají adekvátní

taktické scénáře. Velitelé jednotek a jejich podřízení cvičí současně, tak aby si osvojili a zdokonalili základní, ale i pokročilé taktické dovednosti. Tento výcvikový systém je rovněž vybaven širokou škálou nástrojů pro přípravu, kontrolu a vyhodnocení výcviku ("Modulární taktický výcvikový systém" 2010).

Posledním zástupcem z řady rekonfigurovatelných virtuálních simulátorů je simulátor sesednuté pěchoty. Ten je určen pro potřeby výcviku malých taktických jednotek. Cílem tohoto zařízení je procvičovat jednotlivce, nebo malé skupiny v bojových drilech ve virtuálním prostředí (Vráb a Havelka 2019). Při pohybu jednotlivých vojáků ve virtuálním prostředí dochází k různým simulovaným situacím, které jsou součástí předem definovaného rámce bojové činnosti. Hodnotí se reakce jednotlivců a skupin na jednotlivé incidenty, přičemž cvičící využívají výhod dostupné rádiové komunikace.

Prostředí tohoto simulátoru je zdánlivě podobné počítačové hře odehrávající se v 3D prostředí, ve skutečnosti se ale jedná o vymodelované objekty, které za využití určitých algoritmů umělé inteligence upravují své chování na základě taktiky operátora. Simulátor lze také použít jak v režimu pro jednotlivce, tak v konfiguraci pro velitele týmu, za účelem prohloubení získaných dovedností v oblasti taktického rozhodování ("Tactical Simulators for Czech Armed Forces and Slovak Military Academy" 2025).

Z pohledu využití při výcviku ze strany UO, se jedná o poměrně jednoduchý a lehce ovladatelný virtuální simulátor, jehož činnost je vyobrazena na obrázku 2. Studenti si můžou v roli velitelů malých taktických jednotek, nebo jednotlivců, procvičit již získané teoretické znalosti v oblasti vševojskové taktiky a bojových drilů. Na druhou stranu, co se týče grafického zpracování, nepatří v současné době tento simulátor již mezi nejmodernější, avšak své funkce výcvikového virtuálního prostředku jednoznačně splňuje.



Obrázek č. 2: Pohled na simulátor sesednuté pěchoty za provozu
Zdroj: ("Modulární taktický výcvikový systém" 2010)

Po důkladném prozkoumání dostupných typů virtuálních simulátorů v rámci AČR za účelem výcviku menších taktických celků, bylo na základě analytického úsudku rozhodnuto o využití simulátoru sesednuté pěchoty do plánovaného experimentu, a to pouze pro sekce zařazené do skupiny označené jako F (full support).

3.4 Taktický souborový simulátor

Realističnost a interoperabilita jsou pro efektivní vojenský výcvik klíčové (“Live Training” 2025). Taktický souborový simulátor, kterým disponuje AČR, poskytuje veškeré potřebné prostředky pro rychlou a přesnou analýzu skutečných dovedností v oblasti reálného taktického chování vojáků, nebo vojenských jednotek

TSS umožňuje věrohodnou simulaci boje a vytváří u studentů návyky nezbytné pro efektivní eliminování protivníka a zároveň ochrany vlastní živé síly. Slouží zejména pro výcvik jednotlivců, nebo malých taktických celků, přičemž zcela určitě najde své uplatnění při závěrečném hodnocení komplexních cvičení (“Živá simulace” 2024).

Simulátor je poměrně modulární a škálovatelný, což umožňuje přizpůsobit určitou konfiguraci pevně stanoveným požadavkům ze strany řídicího cvičení a díky sadě softwarových nástrojů nabízí tento systém podrobnou analýzu naměřených dat. Disponuje tak okamžitou zpětnou vazbou jak pro řídicího, tak i pro cvičící studenty.

Před zahájením cvičení, je každý účastník využívající tuto simulaci ve verzi pro pěchotu, ustrojen do speciální vesty, která je jedním z nezbytných prvků této živé simulace. Vesta má integrovanou reproduktorovou soustavu a mobilní radiostanici včetně anténního prvku s mikrofonom. Kromě toho obsahuje vesta a postroj přilby speciální laserové detektory sloužící k vyhodnocení zásahu nepřítelem. Dále je ve vestě vestavěn GPS přijímač, který odesílá informace o poloze prostřednictvím rádiové sítě do vyhodnocovacího zařízení řídicího (*Saab training systems* 2022).

Komunikační systém TSS dokáže zpracovat značné množství informací během krátkého časového úseku, přičemž disponuje určitou spolehlivostí přenosu dat a zaručuje bezztrátový přenos v průběhu celého cvičení (“Live Training” 2025). Jeho přenos je však závislý na dostupnosti rádiového signálu a v případě použití simulátoru v členitém terénu, nebo ve velké vzdálenosti od řídicího cvičení, dochází k přenosu dat s určitým zpožděním, což se také během reálného cvičení někdy projevuje.

Princip činnosti TSS je postaven na soustavě senzorů snímající laserové signály iniciované výstřelem cvičené munice a následném vyhodnocení přesnosti a efektivity jednotlivých zásahů. Na základě vyhodnocení je pak cvičící vyřazen z boje, nebo v důsledku rozsahu zranění dočasně označen jako nebojeschopný (Deckerová 2019).



Obrázek č. 3: Využití taktického soubojového simulátoru při praktickém výcviku

Taktický soubojový simulátor, který používají jednotky AČR, lze označit za moderní simulační a výcvikový prostředek. Jeho použití ve fázi zdokonalovací a stmelovací přípravy malých taktických jednotek má nejen experimentální využití, ale poskytuje značné množství naměřených dat v průběhu každého provedeného cvičení. Lehce tak lze nalézt chyby (špatné taktické řešení bojové situace), kterých se jednotliví cvičící dopustili. To lze zejména uplatnit při výcviku v podobě bojových drillů, tak jak je zachyceno na obrázku 3.

Pro výcvik studentů je v současné době tento systém živé simulace hojně využíván a je kladně hodnocen jak ze strany řídicích praktických zaměstnání, tak i ze strany samotných studentů. Jeho nesporná úloha při výcviku v taktické přípravě tkví v tom, že poskytuje řídicímu dokonalou zpětnou vazbu o manévru a palbě monitorovaných jednotek, tvořených z řad studentů. Pokud jednotky, nebo jednotlivci nepostupovali dle stanoveného taktického konceptu, má možnost řídicí taktickou činnost zastavit a díky pořízenému digitálnímu záznamu provést relevantní rozbor s cvičícími studenty.

Vzhledem k tomu, že tento typ TSS je jediným oficiálně zavedeným prostředkem živé simulace v rámci AČR, nebylo jiné možnosti, než právě tento simulátor zařadit do plánovaného experimentu u skupin označených jako F a H. Na druhou stranu je ale potřeba zdůraznit, že je tento prostředek živé simulace hojně rozšířen u značného počtu jednotek, které jsou součástí NATO.

4 VÝSLEDKY VÝZKUMU

Na základě provedeného experimentu jsme získali celkové bodové hodnocení od 42 sekcí, rozdělených do 3 skupin podle způsobu využití simulace. Objektem zájmu byli studenti 1. ročníku FVL a FVT v počtu 245 studentů. Celkové bodové hodnocení všech měřených sekcí na základě přiřazených bodů od jednotlivých instruktorů se základní analýzou je uvedeno v tabulce 1.

Cílem výzkumu bylo zjistit, zda na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ dochází ke zvýšené efektivitě výcviku v taktické přípravě s využitím moderních simulačních technologií.

Body, které na základě jednotlivých taktických úkonů a dovedností přidělovali instruktoři v průběhu závěrečného cvičení, jsme promítli do jednoduchého datového souboru a podrobili následnému statistickému zkoumání. Nejdříve jsme se zaměřili na testování normality dat a následně využili jednofaktorovou analýzu rozptylu dat, za účelem zjištění, zda má využití simulačních prostředků prokazatelný vliv na dosažení lepších výsledků při výcviku (získání většího počtu bodů).

Tabulka č. 1: Celkový počet dosažených bodů po provedeném závěrečném cvičení

měření	skupina N	skupina H	skupina F
1.	111,5	108	125,5
2.	122,5	137,5	119
3.	111,5	114,5	130,5
4.	101	146,5	104,5
5.	131,5	113	111
6.	134,5	109	112,5
7.	109,5	102,5	117,5
8.	106,5	105,5	138,5
9.	103,5	107,5	155,5
10.	106	117,5	132
11.	100,5	110,5	125
12.	88	127	140,5
13.	154	119	118
14.	117,5	122	127
<i>n</i>	14	14	14
	114,143	117,143	125,500
<i>s</i>	16,873	12,593	13,435

Analýza rozptylu, kterou jsme se rozhodli v našem výzkumu použít, má stejně jako většina dalších statistických metod svoje předpoklady, bez jejichž splnění nelze na její výsledky spoléhat.

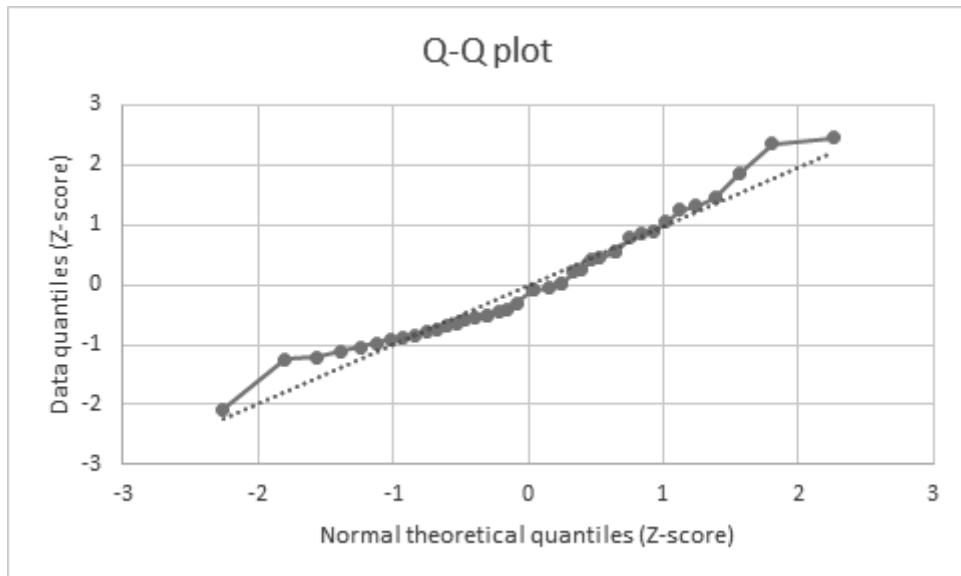
Předpoklady analýzy rozptylu jsou následující (Holčík 2015):

- nezávislost získaných hodnot je často přehlížený parametr, nicméně vždy je třeba se zamyslet nad původem jednotlivých pozorování, zda jsou či nejsou vzájemně nezávislá,
- normalitu dat jednotlivých výběrů je nutno korektně ověřit, buď pomocí příslušného testu, nebo alespoň pomocí grafických metod, které jsou v našem případě reprezentovány v podobě grafu 1 a 2,
- rozptyl jednotlivých výběrů se mezi sebou statisticky neliší, což ověřujeme testy, stejně jako v případě ověření normality.

Při splnění těchto podmínek, můžeme porovnat průměry jednotlivých výběrů. Pokud by tyto podmínky splněny nebyly (hlavně normalita dat), potom bychom museli použít neparametrickou obdobu analýzy rozptylu, která se ve své jednofaktorové podobě nazývá Kruskal – Wallisův test (Drápela 2023).

4.1 Testování normality dat

Pro testování normality dat byl využit kvantil-kvantilový graf (Q-Q plot), který umožňuje graficky posoudit, zda data pocházejí z nějakého známého rozložení (např. beta, exponenciálního, Gumbelova, gamma, log-normálního, normálního, Rayleighova, Weibulova, apod.). Pro nás je nejdůležitější právě normální rozložení (Drápela 2023).



Graf č. 1: Q-Q plot pro dosažené body všech sekcí

Vzhled grafu nasvědčuje tomu, že data kromě počátku a konce pocházejí z normálního rozložení, protože jednotlivé body leží v blízkosti přímky.

Test o nulové šikmosti (celkové body všech sekcí)

Formulujeme hypotézu a alternativu:

$$H: \alpha_3 = 0 \rightarrow A: \alpha_3 \neq 0$$

Testové kritérium

$$u_3 = \frac{a_3}{\sqrt{D(a_3)}} = 1,740, \text{ kde } D(a_3) = \frac{6(n-2)}{(n+1)(n+3)} = 0,124 \quad (1)$$

Kritický obor: $W\alpha: |u_3| \geq u_{1-\alpha/2}$, kde $u_{1-\alpha/2}$ je kvantil rozdělení $N(0, 1)$,
 $W_{0,05}: 1,740 \geq 1,960 \dots$ neplatí.

Hypotézu o nulové šikmosti na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ nezamítáme, protože p -hodnota testu dosáhla hodnoty 0,082. Testové kritérium modifikovaného testu má hodnotu $z_3 = 1,742$, nepadne tedy do kritického oboru, p -hodnota je 0,082. Hypotézu tímto testem také na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ nezamítáme.

Test o nulové špičatosti (dosažené body všech sekcí)

Formulujeme hypotézu a alternativu:

$$H: \alpha_4 = 0 \rightarrow A: \alpha_4 \neq 0$$

Testové kritérium

$$u_4 = \frac{a_4 + \frac{6}{n+1}}{\sqrt{D(a_4)}} = 0,280, \text{ kde } D(a_4) = \frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)2(n+3)(n+5)} = 0,402 \quad (2)$$

Kritický obor: $W\alpha: |u_4| \geq u_{1-\alpha/2}$, kde $u_{1-\alpha/2}$ je kvantil rozdělení $N(0, 1)$,
 $W_{0,05}: 0,280 \geq 1,960 \dots$ neplatí.

Tomuto testu odpovídá p -hodnota 0,779. Hodnota testového kritéria modifikovaného testu je $z_4 = 0,509$, nepadne tedy do kritického oboru, p -hodnota je 0,611. Hypotézu o nulové špičatosti na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ ani jedním testem nezamítáme.

Kombinovaný test koeficientu šikmosti a špičatosti C – test normality (dosažené body všech sekcí)

Formulujeme hypotézu a alternativu:

H : náhodná veličina X má normální rozdělení $\rightarrow A$: náhodná veličina X nemá normální rozdělení.

Testovací kritérium

$$C = u_3^2 + u_4^2 = 3,106. \quad (3)$$

Kritický obor: $W_{\alpha}: C \geq X^2_{1-\alpha}(2)$, kde $X^2_{1-\alpha}(2)$ je kvantil Pearsonova X^2 rozdělení,
 $W_{0,05}: 3,106 \geq 5,991 \dots$ neplatí.

Odpovídající p -hodnota je 0,212. Hodnota testového kritéria modifikovaného testu $C' = 3,292$ nepadne do kritického oboru, p -hodnota je 0,193. Na hladině významnosti nemůžeme normalitu ani jedním testem zamítnout.

Tabulka č. 2: Statistické výsledky datového souboru při ověření normality dat

Ověření normality hladina významnosti $\alpha = 0,05$

test o nulové šikmosti

a_3	$D(a_3)$	u_3	$u_{1-\alpha/2}$	p -hodnota	
0,613	0,124	1,740	1,960	0,082	→ nulová šikmost se nezamítá

test o nulové špičatosti

a_4	$D(a_4)$	u_4	$u_{1-\alpha/2}$	p -hodnota	
0,038	0,402	0,280	1,960	0,779	→ nulová špičatost se nezamítá

kombinovaný test o šikmosti a špičatosti: C-test

u_3	u_4	C	$\chi^2_{1-\alpha}(2)$	p -hodnota	
1,740	0,280	3,106	5,991	0,212	→ normální rozdělení se nezamítá

modifikovaný test o nulové šikmosti

b	W^2	δ	a	z_3	$u_{1-\alpha/2}$	p -hodnota	
3,494	1,234	3,087	2,927	1,742	1,960	0,082	→ nulová šikmost se nezamítá

modifikovaný test o nulové špičatosti

B	A	z_4	$u_{1-\alpha/2}$	p -hodnota	
1,644	19,581	0,509	1,960	0,611	→ nulová špičatost se nezamítá

kombinovaný test o šikmosti a špičatosti: modifikovaný C-test

z_3	z_4	C'	$\chi^2_{1-\alpha}(2)$	p -hodnota	
1,742	0,509	3,292	5,991	0,193	→ normální rozdělení se nezamítá

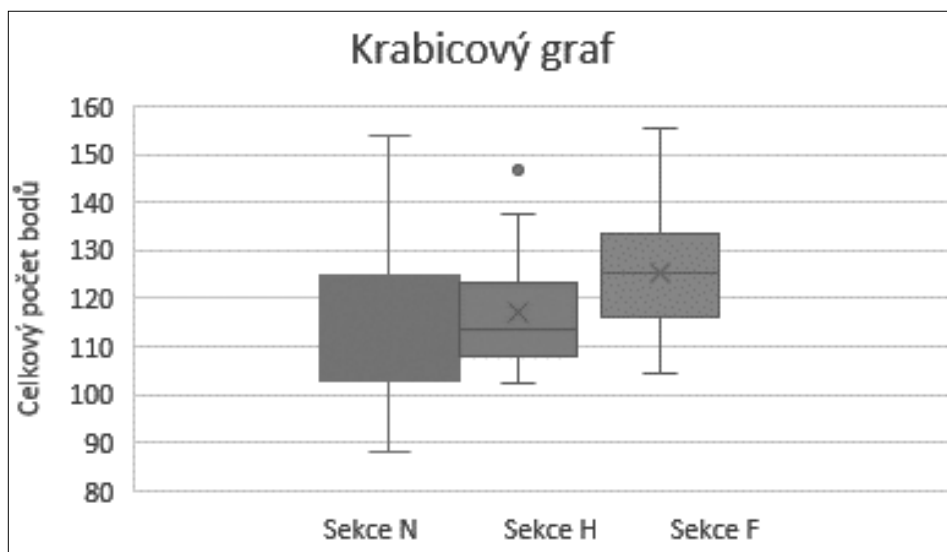
Zdroj: (Neubauer, Sedláčik, a Kříž 2016), aplikace STAT1.xlsx

Všechny hodnoty, které jsou zmíněné v doprovodných komentářích, byly zpracovány programem STAT1 a jsou přehledně uvedeny v tabulce 2.

Na základě výsledků předchozích testů je normalita dosažených bodů všech sekcí přijatelná, proto jsme mohli přejít k provedení ANOVA, za účelem zkoumání rozdílů mezi jednotlivými skupinami.

4.2 Provedení analýzy rozptylu dat

Získané celkové body sekcí, rozdělené do 3 skupin podle využití prostředků živé a virtuální simulace, byly promítnuty do krabicového grafu, který je znázorněn na grafu 2. Základním východiskem přitom byly naměřená data experimentu, které jsou uvedena v tabulce 1.



Graf č. 2: Vizuální analýza skupin s využitím krabicového grafu

Z výše uvedeného krabicového grafu vyplývá, že mezi jednotlivými skupinami dochází k určitým rozdílům, proto bylo přistoupeno k dalšímu zkoumání, zda byly tyto rozdíly statisticky významné. K dalšímu zkoumání byl využit doplněk analýzy dat v programu MS Excel 2019, jehož výstupem jsou uspořádané zájmové hodnoty uvedené v tabulce 3.

Tabulka č.3: Výsledky jednofaktorové analýzy rozptylu dat

Faktor				
Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
skupina N (bez supportu)	14	1598	114,143	284,709
skupina H (část. support)	14	1640	117,143	158,593
skupina F (plný support)	14	1757	125,500	180,500
ANOVA				

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	969,857	2	484,929	2,332	0,110	3,238
Všechny výběry	8109,429	39	207,934			
Celkem	9079,286	41				

Protože hodnota $p = 0,110$, což je více než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, nezamítáme nulovou hypotézu a můžeme konstatovat, že využití simulačních technologií při výcviku nemá prokazatelný vliv na získané celkové body při výcviku. Dále také z tabulky 3 vyplývá, že nulová hypotéza o „nulovém“ vlivu při využití simulačních technologií nebyla zamítnuta, neboť testové kritérium $F = 2,332$ je menší než kritická hodnota $F_{\text{krit}} = 3,238$. Z toho plyne, že mezi skupinami N, H, F neexistuje statisticky významný rozdíl.

ZÁVĚR

Použití moderních simulačních technologií při vojenském výcviku je praktickou, ale také omezenou alternativou k mnohdy nákladnému praktickému výcviku. Dobře navržené simulátory, zejména založené na virtuálním prostředí, mohou být motivační, interaktivní, ale také naučné a v určitém pojetí i zábavné.

Na výše uvedeném textu jsme se snažili statisticky prokázat, zda dochází ke zvýšené efektivitě při výcviku s využitím vybraných prostředků z řad virtuální a živé simulace. V našem případě se nám zcela nepovedlo na základě analýzy získaných celkových bodů prokázat zvýšenou efektivitu u skupin, které využívaly výhod moderních simulačních technologií, ale přesto se domníváme, že využití těchto prvků při praktickém výcviku v taktické přípravě má určitý rozvojový a motivační charakter, který jsme pocitově vnímali v průběhu celého cvičení.

Možná by stálo za zvážení navázat na základy námi zvoleného experimentu, změnit jeho základní podmínky, zvětšit zkoumaný datový vzorek, se snahou opětovně zamítnutí nulové hypotézy, která je postavené na tvrzení, že nedochází ke zvýšené efektivitě při využití simulačních prostředků. Vše je závislé od dobře zvolených podmínek pro úspěšné provedení experimentu, ale také od celkových možností lidského a technického potenciálu.

V našem výzkumu jsme byli limitováni celkovým počtem účastníku a jistým časovým a prostorovým rámcem. Měli jsme k dispozici maximálně 42 sekcí, v zastoupení 245 studentů. Lepší by samozřejmě bylo analyzovat větší množství sekcí a rozšířit tak datový soubor o více hodnot. To je však z praktického hlediska velmi náročné a vyžadovalo by to nutnost sběru dat po dobu několika let, tak aby datový soubor činil např. více než 250 vzorků (t. j. zahrnoval by účast 1250 cvičících).

Takový experiment je však v současných podmínkách velice obtížně realizovatelný a výzkum by zahrnoval účast značného počtu cvičících rozdělených na testování v průběhu několika let. Jeho výsledek by ale mohly být odlišný a mohl by statisticky prokázat prvotní myšlenku o zvýšené efektivitě výcviku s využitím simulačních technologií.

Dále by bylo možné použít dvoufaktorovou analýzu rozptylu dat a zkoumat tak např. rozdíly mezi jednotlivými fakultami, nebo zkoumat, jak si počínají při výcviku v této koncepci muži a jak ženy.

Přestože výcvik s využitím simulačních technologií hraje významnou roli v přípravě studentů UO, má také i své nedostatky. Tím zásadním je skutečnost, že simulační prostředky nikdy nebudou odpovídat přesně nastaveným podmínkám reálných bojových operací. Další nevýhodou může být přílišná závislost na těchto technologiích, při nichž nedochází k fyzickému vyčerpání, únavě a pocitu bolesti. Skutečná situace v ozbrojeném konfliktu pak může být mnohem složitější a v zásadě mnohem nebezpečnější než např. v ideálním virtuálním prostředí. Proto je důležité kombinovat prvky různých simulačních prostředků a následně neopomíjet reálný výcvik (Yao and Huang 2021).

Simulace mají bezesporu své místo v přípravě a výcviku vojenských studentů i jednotek. Umožňují jim procvičovat stálé operační postupy a jsou schopny řešit život ohrožující situace bez reálného nebezpečí s minimálními náklady.

Celkově jsou simulační technologie používané ve vojenském vzdělávacím procesu u Univerzity obrany cenným nástrojem pro zlepšení efektivity výcviku a připravenosti. Poskytují studentům potřebné dovednosti a zkušenosti k dosahování úspěchů ve složitém a dynamicky se měnícím prostředí. Přestože skutečný výcvik v reálných podmínkách nikdy nenahradí, jsou zcela určitě jeho vhodnou alternativou.

Text vznikl za podpory projektu LANDOPS – Vedení pozemních operací u Fakulty vojenského leadershipu Univerzity obrany (DZRO-FVL22-LANDOPS).

Autoři prohlašují, že nejsou ve střetu zájmů v souvislosti s publikováním tohoto článku a při jeho přípravě akceptovali všechny etické normy požadované vydavatelem.

SEZNAM ZKRATEK

Zkratka	Anglický termín	Český termín
3D	Three Dimensions	označuje trojrozměrný prostor, který lze popsat pomocí 3 rozměrů
AČR		Armáda České republiky
ANOVA	Analysis of variance	analýza rozptylu dat
FVL		Fakulta vojenského leadershipu
FVT		Fakulta vojenských technologií
GPS	Global Positioning System	satelitní navigační systém
NATO	North Atlantic Treaty Organization	Severoatlantická aliance
OTB	OneSAF Testbed Baseline	prostředí konstruktivní simulace
SkSTT		Skupina simulačních a trenažerových technologií
TLP	Troop Leading Procedures	vojenský plánovací proces
TSS		taktický souborový simulátor
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	bezpilotní letecký prostředek
UO		Univerzita obrany

VBS3	Virtual Battlespace 3	Virtuální bojový simulátor verze 3
VBS4	Virtual Battlespace 4	Virtuální bojový simulátor verze 4
VBS Blue IG	Virtual Battlespace Intelligence Generator	generátor trojrozměrného obrazu Země používaný u simulátoru VBS4
VBS Geo	Virtual Battlespace Geographic	mód pro vkládání geografických objektů do VBS4
VBS Plan	Virtual Battlespace Planning	plánovací mód simulátoru VBS4
VBS World Server		centrální server pro simulátor VBS4, který má k dispozici reálné mapové podklady
VS-I VS-II		rekonfigurovatelné virtuální simulátory
VÚj		vojenský újezd

SEZNAM ZDROJŮ

"All the Types of Simulation Training to Use in Practice." 2024. PROGRAM-ACE. 13.8.2024. <https://program-ace.com/blog/types-of-simulation-training/>.

"BISim releases VBS4 21.1 with more military use cases than any other simulation software." 2021. Geospatial World. <https://geospatialworld.net/news/bisim-releases-vbs4-21-1-with-more-military-use-cases-than-any-other-simulation-software/>.

Cayirci, E., and Dusan Marincic. c2009. *Computer assisted exercises and training: a reference guide*. Hoboken, N.J.: John Wiley.

"Comparison of Debriefing Methods after a Virtual Simulation: An Experiment." 2018. *Clinical Simulation in Nursing* 2018 (19): 7.

Deckerová, Jana. 2019. "Ministerstvo obrany podepsalo smlouvu na taktické soubojové simulátory." Ministerstvo obrany České republiky. <https://mocr.mo.gov.cz/informacni-servis/zpravodajstvi/ministerstvo-obrany-podepsalo-smlouvu-na-takticke-soubojove-simulatory-208028/>.

Drápela, Karel. 2023. "Průzkumová analýza dat." User.mendelu.cz. http://user.mendelu.cz/drapela/Statisticke_metody/teorie%20text%20II.pdf.

Field Manual FM 7-0 Training June 2021. 2021. No. 7-0. Washington, DC.

Holčík, Jiří. 2015. *Matematická biologie: e-learningová učebnice*. Brno: Masarykova univerzita. <https://munispace.muni.cz/library/catalog/book/1462>.

Hubáček, Martin, and Vladimír Vráb. 2012. "Výcvik vybraných bezpečnostních složek s využitím konstruktivní simulace." *The Science for Population Protection* 2012 (3): 16.

Kozůbek, Jaroslav, and Zdeněk Flasar. 2011. "Modelování taktických činností soudobých a budoucích operací." *Ekonomika a management* 2011 (1): 9.

Lake, Kelly. 2023. "Simulate to Elevate: Unveiling the Power of Training Simulation." EI Powered by MPS. <https://www.eidesign.net/simulate-to-elevate-unveiling-the-power-of-training-simulation/>.

"Live Training." 2025. SAAB. <https://www.saab.com/products/live-training>.

"Modulární taktický výcvikový systém." 2010. VR Group. <https://www.vrg.cz/cs/products-and-solutions/product/modular-tactics-training-system>.

Neubauer, J. Sedlačík, M., Kříž O. *Základy statistiky: Aplikace v technických a ekonomických oborech*. 2., rozšířené vydání. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5786-5.

Paananen, Soili, and Antti-Tuomas Pulkka. 2019. *Processes and Practices in Military Training and Education*. Research Reports No. 3.

Pelánek, Radek. 2011. *Modelování a simulace komplexních systémů: jak lépe porozumět světu*. Brno: Masarykova univerzita. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=992712>.

Penchev, Georgi Borisov. 2020. "The use of constructive and virtual simulation technologies for skills training in military education." *Scientific Journal of the Military University of Land Forces* 196 (2): 387-394. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.2541>.

Rak, Ludek, Martin Vlkovsky, and Pavel Zahradnicek. 2022. "Application of Live Simulation Tool into the Military Training Program." In *2022 26th International Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC)*, 99-106. IEEE. <https://doi.org/10.1109/CSCC55931.2022.00027>.

Reconfigurable Virtual Simulator (RVS). 2020. Ver.1. VR Group.

Rybár, Mikuláš. 2000. *Modelovanie a simulácia vo vojenstve*. Bratislava: Ministerstvo obrany Slovenskej republiky.

Saab Training Systems. 2022. 1-888-44-XPLORE (9-7567). XEXPLORE Technologies. https://cdn2.hubspot.net/hub/212350/file-249233315-pdf/docs/case_studies/ix104c2/xplore_saabtrainingsystems_military_casestudy.pdf.

"Simulations Vs. Case Studies." 2019. *DEFENSE ACQUISITION MAGAZINE* 48 (2): 45.

Suchý, Václav a Vratislav Trlica. 2008. *Příprava a řízení zaměstnání mechanizovaných a tankových jednotek na simulátoru*. Praha: Ministerstvo obrany České republiky.

"Tactical Simulators for Czech Armed Forces and Slovak Military Academy." 2025. MVRsimulation. <https://www.mvrsimulation.com/casestudies/ground/vrgroup.html>.

"Training Interoperability." 2024. SAAB. <https://www.saab.com/markets/slovakia/editorial-articles/training-interoperability2>.

VBS3 Virtual Desktop Training and Simulation. 2020. Bohemia Interactive Simulations.

"VBS4." 2020. VBS4.com. <https://bisimulations.com/company/news/blogs/vbs4-easier-faster-global>.

"Virtual Battlespace 3 (VBS3)." 2013. <https://andrewbarron.net/>. <https://andrewbarron.net/projects/vbs3/>.

"Virtuální simulace a modelování." 2023. FESTO. https://www.festo.com/cz/cs/e/technicke-vzdelavani/digitalni-vyuka/virtualni-simulace-a-modelovani-id_31275/.

"Virtuální simulace." 2024. Skupina simulačních a trenažerových technologií. <https://cstt.mo.gov.cz/virtualni-simulace>.

Vráb, Vladimír, and Ladislav Havelka. 2019. *Centrum simulačních a trenažerových technologií: 20 let simulací*. Brno: Ministerstvo obrany České republiky.

Yao, Kai, and Shaoluo Huang. 2021. "Simulation Technology and Analysis of Military Simulation Training." *Journal of Physics: Conference Series* 2021 (1746): 5. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1746/1/012020>.

"Živá simulace." 2024. Skupina simulačních a trenažerových technologií. <https://cstt.mo.gov.cz/ziva-simulace>.