

**UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE**

Simon Novosel

BOJNI ROBOTI KOPENSKE VOJSKE

Diplomsko delo

Ljubljana 2007

**UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE**

Simon Novosel

Mentor: red. prof. dr. Anton Žabkar

BOJNI ROBOTI KOPENSKE VOJSKE

Diplomsko delo

Ljubljana 2007

BOJNI ROBOTI KOPENSKE VOJSKE

Roboti že dolgo niso več le v domeni znanstvene fantastike. S konstantnim razvojem različnih tehnologij postajajo zelo resnični in opravljajo vedno več dela. Že kar nekaj časa je od tega, ko so prvič vstopili tudi na vojaško področje, a šele v zadnjih letih so napredovali do te mere, da se uveljavljajo tudi v kopenski vojski. Danes tako opravljajo veliko nalog, s katerimi nase prevzamejo del nevarnosti in bremena. Njihov dolgoročni cilj pa je zamenjava ljudi na bojnem polju. To pa se bo zgodile šele, ko bo umetna inteligenca dosegla mnogo višjo stopnjo. Do takrat bodo robotski sistemi kopenske vojske le v pomoč vojakom pri opravljanju najbolj umazanih in nevarnih del. S tem, ko se bo ta pomoč povečevala, pa bodo roboti vplivali tudi na organiziranje kopenske vojske, urjenje njenih pripadnikov, doktrine in strategije pa tudi na politične odločitve državnih voditeljev. Medtem ko se večina znanstvenikov in vojaških vodij strinja, da roboti predstavljajo najbolj perspektivne oborožitvene sisteme do danes, se *anti-robotiki* z njimi ne strinjajo.

Ključne besede: Roboti, kopenska vojska, umetna inteligenca.

BATTLE ROBOTS OF THE ARMY

Robots are no longer just a matter of science-fiction. With constant development of different technologies, they are becoming very real and are doing more and more work. It has been a while, since robots entered the military, but it is only in the past few years that they made significant progress and become useful also in the army. Today they can do a lot of work, with which they take some pressure and danger off soldiers. The long term goal however is to replace humans on the battlefield. That can only happen with significantly increased artificial intelligence. Until that happens, robotic systems of the army will only help soldiers by doing the dirtiest and the most dangerous work. As this help will increase, robots will have an impact on the organization of the army, training of the new members, doctrines and strategies and also on the political decisions of the national leaders. While many scientists and military leaders agree that robots are the most promising weapons systems to date, *anti-roboters* don't think so.

Key words: Robots, Army, artificial intelligence.

KAZALO

1. UVOD	6
2. METODOLOŠKO – HIPOTETIČNI OKVIR.....	7
2.1 Predmet in cilji proučevanja	7
2.2 Hipoteze	8
2.3 Metode dela.....	8
2.4 Opredelitev temeljnih pojmov	9
3. OKOLIŠČINE, KI SO VPLIVALE NA ISKANJE IN IZBIRO VIROV	10
3.1 Pregled frekvenc	12
4. DEJAVNIKI, KI SO VPLIVALI NA NASTANEK IN RAZVOJ ROBOTIKE.....	15
4.1 Računalništvo	15
4.2 Avtomatika	17
4.3 Digitalizacija	18
4.4 Bionika	18
4.5 Kibernetika	19
4.6 Umetna inteligenca	20
in vsaj dve podpodročji:	21
4.7 Ergonomija	23
4.8 Mehatronika	24
4.9 (Mikro)elektronika	25
4.10 Nanotehnologija	26
4.11 Vetronika	27
4.12 Robotika	28
4.13 Revolucija v vojaških zadevah.....	29
5. DEFINICIJA (NE)BOJNEGA (POL) ROBOTA KOV	31
6. KLASIFIKACIJA (NE)BOJNIH (POL) ROBOTOV KOV.....	36
6.1 Klasifikacija po nalogah	36
6.2 Klasifikacija po velikosti	40
6.3 Klasifikacija po generacijah.....	42
6.4 Klasifikacija po načinu delovanja oz. po stopnji avtonomnega delovanja	45
7. ŠTUDIJA PRIMEROV	47
7.1 EOD roboti	48
7.2 Roboti za izvidovanje in opazovanje	51
7.3 Bojni roboti	53
7.4 Večja robotska vozila	56
7.5 Roboti stražarji	56
7.6 Mini / mikro UAV	57
7.7 MULE	58
8. MOŽNI VPLIVI ROBOTOV KOV	59
8.1 Vpliv robotov na kadre KoV.....	60
8.2 Vpliv robotov na urjenje	61
8.3 Vpliv robotov na doktrine KoV	63
8.4 Vpliv robotov na pravo	65
8.5 Vpliv robotov na organiziranje KoV	68

8.6 Negativni vplivi robotov	70
9. ZAKLJUČEK	73
10. SEZNAM LITERATURE	75

KAZALO SLIK

Slika 7.1.1: PackBot EOD	49
Slika 7.2.1: PackBot Scout	52
Slika 7.2.2: Primerjava velikosti med PackBotom in SUGV robotom.....	53
Slika 7.3.1: Robot SWORDS.....	55

1. UVOD

Vse odkar so se roboti prvič pojavili v knjigah oziroma na filmskih platnih, burijo domišljijo piscev in ljubiteljev znanstvene fantastike. Ta fantastika pa je že kar nekaj časa resničnost, saj se robote že dolgo uporablja za dela, ki so za človeka prenevarna, pretežka ali pa so preveč ponavljajoča, da bi jih človek lahko dolgo časa uspešno opravljal. Tako so roboti prisotni v različnih panogah; v industriji, v medicini; v zadnjih desetletjih pa vse bolj tudi na vojaškem področju.

To je pravzaprav čisto razumljivo, saj verjetno ni bolj nevarnega in težkega dela, kot je opravljanje vojaških nalog. Še posebej so izpostavljeni pripadniki kopenske vojske. Ti se morajo po bojnem polju večinoma premikati peš oziroma v oklepljenih vozilih, s sabo pa morajo nositi vso prtljago. Na poti na njih prežijo mine in druga eksplozivna sredstva; da jih nasprotnik ne bi presenetil, morajo opravljati izvidniške naloge, ko pride do boja pa morajo sami poskrbeti za lastno varnost in varnost soborcev ter za nevtralizacijo nasprotnika.

V zadnjem času, ko se boj vse bolj seli v urbana okolja, podzemne rove in jame, je delovanje kopenske vojske še toliko bolj oteženo in nevarno. Če so izpostavljeni še kemičnemu ali biološkemu orožju, lahko rečemo, da gre res za eno najbolj, če ne najbolj nevarnih služb. Do pred kratkim so vse te naloge, in še veliko ostalih, pripadniki kopenskih vojsk opravljali sami, brez pomoči. V zadnjem času pa so jim na pomoč priskočili vojaški roboti.

Čeprav se je njihov razvoj začel nekoliko skeptično, danes že predstavljajo pomembno pridobitev na področju oborožitvenih sistemov. Čas bo pokazal, če gre le za trenutno navdušenost ali pa so roboti res eno najbolj potencialnih orožij v zgodovini človeškega bojevanja.

Zaenkrat lahko vojaški robotski sistemi opravijo velik del nalog, za katere so prej skrbeli vojaki sami. Pri tem jim ljudje sicer še vedno nekoliko pomagajo, so pa roboti sposobni vedno več narediti sami. Lahko se celo bojujejo. S tem se nevarnost za človeške vojake močno zmanjšuje. Razvoj vseh potrebnih tehnologij za delovanje robota pa za

prihodnost napoveduje robote, ki bodo še bolj sposobni, s čimer bi se po dolgoročnem scenariju lahko ljudi celo umaknilo z bojišč. Predvsem so potrebni veliki premiki na področju umetne inteligence, ki je zaenkrat edina, ki zavira razvoj in uporabo vojaških robotov.

Potrebno pa se je zavedati, da je razvoj sodobnih tehnologij možen samo v državah z izjemno velikimi vojaškimi proračuni; tako ne čudi, da so pri razvoju in uporabi vojaških robotov na prvem mestu ZDA.

Uporaba robotov v vojaške namene pa ima močno podporo tudi pri javnosti razvitejših zahodnih držav. V teh družbah je namreč vojna vedno bolj nesprejemljiva oblika doseganja političnih ciljev. Gre za to, da je javnost nenaklonjena žrtvam na lastni strani in nedolžnim civilnim žrtvam. Ker so politiki in vojaški vodje odvisni od podpore javnosti, se je izoblikovala doktrina bojevanja brez žrtev, s katero se skuša na minimumu ohraniti tako izgube lastnih sil, kot povzročanje nedolžnih žrtve. Roboti so tako kot naročeni za vodenje bojov v prihodnosti, saj so / bodo zelo natančni, s čimer ne bodo povzročali velike stranske škode, obenem pa bodo imeli strahovito moč ubijanja / onesposabljanja nasprotnika. Če pa bo kakšen od njih uničen, bo to še vedno veliko boljše in predvsem ceneje, kot če bi umrl vojak. Prav razmerje med ceno in koristjo robota je še en velik faktor, zakaj se vojaške robote tako hitro razvija.

2. METODOLOŠKO – HIPOTETIČNI OKVIR

2.1 Predmet in cilji proučevanja

Predmet proučevanja v diplomski nalogi so vojaški robotski sistemi, ki jih uporablja kopenska vojska. Najprej bom prikazal znanstvene in tehnične vede ter discipline, ki so vplivale na razvoj robotov. Nato bom definiral pojem bojnega robota kopenske vojske; potrebno je namreč ločevati med roboti in ostalimi vojaškimi avtomatskimi sistemi. Prikazal bom tudi potrebne podsisteme bojnega robota. Bojne robote kopenske vojske bom nato klasificiral na podlagi različnih meril ter na študiji

primerov predstavil izkušnje z njihovo uporabo. Na koncu bom predstavil še področja kopenske vojske na katere je možno, da bodo roboti vplivali. Cilj naloge je torej s celovitim pristopom prikazati uporabo bojnih robotov kopenske vojske, pri čemer se bom osredotočil na trenutno stanje, prikazal pa bom tudi možne vplive v prihodnosti.

2.2 Hipoteze

Pri delu me bodo vodile tri hipoteze: optimistična, realistična in pesimistična.

Ho: Bojni roboti kopenske vojske predstavljajo najbolj potencialne oborožitvene sisteme do zdaj, zaradi česar bodo v prihodnosti prevzemali vedno večjo vlogo; nekoč pa celo zamenjali ljudi na bojnem polju.

Hr: Bojni roboti kopenske vojske so le eden od mnogih inštrumentov, s katerimi razvite oborožene sile vodijo vojne.

Hp: Bojni roboti se bodo izkazali za neučinkovita in neperspektivna bojna sredstva, zaradi česar se jih v prihodnje ne bo več razvijalo in uporabljalo.

2.3 Metode dela

Temeljna metoda pri mojem delu je bila analiza sekundarnih pisnih virov, ki sem jih pridobil s pomočjo metode zbiranja virov. S pomočjo te metode sem analiziral knjige in članke v različnih revijah, ki obravnavajo tematiko s katero sem se spopadel. Velik del literature, ki sem jo obdelal pa predstavljajo tudi članki na internetu, saj so vojaški roboti sodobna stvar, o kateri je več napisanega na internetu, kot v tiskani literaturi. Vseeno pa sem skušal na tem področju izbirati kredibilne strani in strokovne članke.

Delno sem pri primerjavi različnih sistemov uporabil tudi metodo primerjalne analize. Ena od metod pa je tudi sistemska analiza, saj se nisem osredotočil izključno na

uporabo robotov, ampak sem problem osvetlil z malo širšim pristopom; roboti se namreč vključujejo in vplivajo tudi na doktrine bojevanja in spremembe v vojaških organizacijah, vplivajo tudi na javno mnenje, to pa obratno tudi vpliva na njihov razvoj in uporabo.

2.4 Opredelitev temeljnih pojmov

ROBOT:

Robot je univerzalen mehanizem, ki lahko, tako kot človek, opravlja raznolike naloge, pod pogoj, ki niso znani vnaprej (Shapiro 1992: 1375).

Elektronsko vodena naprava, ki enakomerno opravlja vnaprej programirana, pogosto človekovemu zdravju škodljiva dela (SSKJ elektronska izdaja 2002).

Vsaka avtomatsko vodena naprava, ki opravlja delo namesto človeka, čeprav človeku ni nujno podobna po zunanosti in naloge lahko opravlja na drugačen način kot človek (Encyclopaedia Britannica Deluxe Edition 2004).

Reprogramabilni multifunkcionalni sistem, ki ga nadzira računalnik in je programirana, da se premika, ravna s predmeti ter opravlja različne naloge (Encarta encyclopedia 2004).

Človek avtomat, mehanični umetni človek. (Veliki slovar tujk 2002: 1009)

Vojaške robotske sisteme bi najbolje opredelili kot avtonomne, polavtonomne in daljinsko vodene umetne sisteme ali vozila, ki opravljajo vojaške naloge, za katere se smatra, da so prenevarne za ljudi (Shaker 1988: 4).

UMETNA INTELIGENCA:

Umetna inteligenca je področje računalniške znanosti, ki skuša razumeti in osnovati računalniške programe oziroma računalnike, ki bi lahko posnemali človeško inteligenco. Ti računalniški programi naj bi bili tako sposobni učenja na osnovi izkušenj (Smith 1990: 22).

Umetna inteligenca je področje informatike z interdisciplinarnim značajem. Cilj UI je razvoj naprav, ki se vedejo, kot da bi razpolagale z inteligenco. Umetna inteligenca je prepletena s psihologijo, nevrologijo, matematiko, logiko, filozofijo in drugimi vedami.

Izvorni cilj umetne inteligence je izdelati stroj, ki posnema človeško razmišljanje. Pri tem so vključena tudi čustva in zavest (Wikipedija 2007b).

Marvin Minsky, eden od »očetov« umetne inteligence, pravi, da je le-ta: »Znanost pripraviti stroje do tega, da bi počeli stvari, ki bi zahtevale inteligenco, če bi jih počeli ljudje.« (Staugaard 1987: 23)

3. OKOLIŠČINE, KI SO VPLIVALE NA ISKANJE IN IZBIRO VIROV

Pri iskanju virov za svojo diplomsko nalogo sem pregledal veliko različne literature, v različnih knjižnicah, veliko informacij pa sem našel tudi na spletu. Primarno so me zanimali članki o robotih na splošno, kopenskih robotih, vojaških robotih na splošno, programu bojnih sistemov prihodnosti (FCS) in članki o revoluciji v vojaških zadevah (RMA). Sekundarno pa vse ostalo, kar bi lahko pripomoglo k boljši nalogi: članki, ki bi mi dali nove ideje, ki bi jih lahko navezal oziroma povezal z že zbranim materialom, članki, ki bi lahko dodatno obogatili in podkrepili, tisto kar sem že napisal. Tak primer so članki o načelu bojevanja brez žrtev, o sodobnem urbanem bojevanju in načelih humanega bojevanja.

V Osrednji družboslovni knjižnici Jožeta Goričarja (ODKJG), kamor sem se najprej napotil, nisem našel prav veliko literature, ki bi bila povezana s temo moje diplomske naloge. To me niti ne čudi, saj so roboti bolj tehnične kot družboslovne narave, zato družboslovci o njih niso prav veliko napisali. Verjamem pa, da bodo, ko bodo roboti bolj prisotni v življenju ljudi, nastajali tudi članki in knjige, ki bodo robotski element obravnavali tudi z družboslovne smeri. Na vojaškem področju se to pravzaprav že dogaja. Vseeno pa je bilo v ODKJG nekaj knjig, katerih vsebina se je posredno povezovala z mojim delom¹. Če drugega ne, so mi določeni odstavki nudili oprijem za nadaljnje brskanje – naj bo to po drugih knjigah in revijah ali po spletu.

¹ Tu bi posebej izpostavil knjigo War and anti-war, avtorjev Alvina in Heidi Toffler, ki nudi odlično osnovo za razmišljanje o prihodnjih vojnah, in na katero se sklicuje veliko drugih avtorjev, na katere sem naletel pri iskanju primerne literature.

Ker so roboti na splošno stvar tehnike, sem se odpravil tudi v Centralno tehniško Knjižnico Univerze v Ljubljani (CTK). Tam sem našel kar nekaj knjig o splošni robotiki, o delitvi, klasifikaciji in razvoju robotov. Veliko pa je knjig, ki so preveč strokovne, da bi prišle v poštev pri mojem delu. So mi pa pomagale pri boljšem razumevanju delovanja robotov; še posebej tiste, ki so se ukvarjale z umetno inteligenco. Le-ta je namreč ključna pri delitvi vojaških robotov v generacije.

Na podoben problem sem naletel tudi v knjižnici Fakultete za elektrotehniko in računalništvo. Preveč strokovni članki in knjige o delovanju robotov in umetni inteligenci, ki pa so vseeno dodali svoj košček v sestavljanke. So pa prav na tem področju slovenski avtorji najbolj aktivni, kar se tiče robotike.

Največ *koristnih* informacij sem tako dobil v strokovnih revijah v Knjižnično-informacijskem centru (KIC) na Ministrstvu za obrambo (MORS). Predvsem različne edicije Jane's² so tiste, v katerih sem našel največ materiala, na katerem sem gradil svoje diplomsko delo; tu pa so še Military review, Foreign affairs, Military technology in druge strokovne revije, ki so na voljo v KIC. Tam sem našel tudi veliko knjig, ki se v manjši ali večji meri ukvarjajo s podobnimi temami, kot se sam v tem delu. Na tem mestu moram opozoriti, da se večina teh knjig ukvarja s spremembami, ki jih nove tehnologije (tudi roboti) prinašajo v oborožene sile, njihovo organiziranje in delovanje ter v vojno samo. Knjig o samih (vojaških) robotih pa v bistvu niti ni oziroma jih je zelo malo. Bolj gre za ukvarjanje z revolucijo v vojaških zadevah, ki naj bi jo nove tehnologije prinašale; o tem je tudi kar nekaj člankov v prej omenjenih revijah. V le-teh pa je tudi manj člankov o kopenskih robotih, kot bi pričakoval. Več je pisanja o brezpilotnih letalih in robotih mornarice in o samem programu bojnih sistemov prihodnosti (FCS – Future Combat Systems), katerega del so pravzaprav bojni roboti kopenske vojske. Po mojem mnenju se avtorji v člankih, ki se ukvarjajo z vojaškimi kopenskimi roboti, nalašč malo distancirajo od podrobnega opisovanja posameznih sistemov, saj je večina teh v eksperimentalni fazi, oziroma o njih ni veliko uradnih podatkov. Tako raje pišejo o dejansko obstoječih sistemih, ki so v uporabi, o katerih tudi oborožene sile dajejo podatke, in o načrtovanih

² Predvsem Jane's International defence review in Jane's defence weekly.

sistemih ter programih. Posamezne konkretne primere vojaških robotov in informacije o njihovem testiranju in uporabi v akcijah pa najdemo večinoma le v sekciji novic.

Sem pa v teh člankih dobil iztočnice za nadaljnje brskanje in iskanje podatkov na internetu. Na spletu je res ogromno različnih člankov o vojaških robotih. Prav to pa predstavlja tudi težavo, saj je težko določiti, kaj je relevantno, resnično, vredno upoštevanja. Tako sem skušal pobirati informacije le iz tistih strani, ki so se mi zdele kredibilne in dovolj strokovne³. Na spletu sem predvsem lahko našel podatke o posameznih robotskih sistemih, ki so jih omenjali članki v revijah; pa tudi podatke o različnih programih, ki potekajo na področju vojaške robotike. Internet je danes res prava zakladnica dobrih podatkov, ki jih moramo sicer znati ločiti od slabih, kar pa je tudi dvorezen meč. Po eni strani lahko na lahek način najdemo podatke o praktično vsaki stvari, po drugi pa je lahko teh podatkov naenkrat preveč in jih je potem težko selekcionirati.

Kar se tiče slovenskega prostora je razmeroma dosti napisanega o robotiki in umetni inteligenci na splošno; vodilni na tem področju je profesor Bratko na Fakulteti za računalništvo⁴. Slovenski avtorji se na splošno bolj ukvarjajo z računalniško in elektronsko platjo robotike. Kot obramboslovca pa me zanima predvsem robotika z varnostnega in vojaškega stališča. Kar se tiče vojaške uporabe robotov, je pravzaprav edina slovenska revija, kjer lahko kaj najdemo o tem, revija Obramba. Kakšna pa je kvantiteta teh zapisov v primerjavi z ostalimi državami? Se lahko primerjamo s sosedi in mednarodnim okoljem? Koliko naši avtorji pišejo o vojaških (kopenskih) robotih, v primerjavi z drugimi?

3.1 Pregled frekvenc

Da bi to ugotovil, sem se odločil narediti primerjavo v številu člankov, ki so v povezavi s temo moje naloge, med slovenskim in tujim prostorom. Odločil sem se za pregled frekvenc člankov v treh revijah – ene s slovenskega prostora, ene iz sosednjega in

³ Če se isti članek pojavi na več takih straneh, je po mojem mnenju to dokaz, da je realen in se ga splača upoštevati.

⁴ So pa to zelo strokovni članki o programiranju, umetni inteligenci in učenju strojev, torej s področij, ki presegajo potrebe tega diplomskega dela.

ene iz mednarodnega. Izbral sem tri strokovne revije, ki izhajajo v podobnih presledkih (mesečno) in ki se ukvarjajo s celotnim vojaškim področjem – tako tehničnim kot tudi političnim. Izbral sem revije Obramba, Hrvatski vojniki in International defence review. Na ta način sem skušal ugotoviti, kakšna je razlika med slovenskim, hrvaškim in mednarodnim prostorom strokovne vojaške literature, kar se tiče kopenskih robotov oziroma tem, ki se dotikajo tega področja.

Članki, ki so prišli v poštev so morali biti o robotih na splošno, o vojaških robotih na splošno, o kopenskih vojaških robotih, o (mini in mikro) brezpilotnih letalih, ki jih uporablja kopenska vojska, o programu FCS, o revoluciji v vojaških zadevah in o drugih temah, ki so v posredni povezavi z uporabo robotskih sistemov v vojaške namene, s poudarkom na kopenski vojski. V poštev pa so prišli samo članki, torej brez kratkih novic.

Tabela 3.1.1: Frekvence člankov po letih

Revija/Leto	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	skupno
IDR	3	4	4	0*	0	3	1	2**	17
OBRAMBA	1	2	1	2	1	1	4	1**	13
HV	1	0	1	2	6	6	9	2**	27

*9 izvodov za to leto v knjižnici manjka

**do avgusta

Izkazalo se je, da je največ člankov v Hrvatskem vojniki, najmanj pa v reviji Obramba. Edino v Hrvatskem vojniki je tudi možno zaslediti trend povečevanja frekvence ustreznih člankov, medtem ko je v revijah Obramba in IDR ta frekvenca dokaj konstantna. Na to lahko vpliva tudi dejstvo, da HV od leta 2004 izhaja na vsakih 14 dni, medtem ko sta obe ostali reviji še vedno mesečnika. Žal za leto 2003 manjka kar nekaj izvodov revije IDR, kjer bi verjetno bil še kakšen primeren članek, saj je to čas, ko so zahodne sile že imeli prve izkušnje z uporabo robotov. Zaenkrat bi lahko dejal, da se članki pojavljajo dokaj konstanto, mogoče pa je zaznati rahel porast, ki sovпада z vse večjo uporabo robotov v vojaške namene.

Te številke pa ne prikažejo razlike v uporabi robotov v vojaške namene v različnih državah. Čeprav je v neki reviji več napisanega o uporabi robotov, to ne pomeni, da te robote tudi sami uporabljajo; v reviji Obramba na primer pišejo o bojnih robotih, a jih Slovenija sploh nima.

Težko bi primerjal stanje o kvantiteti in kvaliteti člankov v Sloveniji, na Hrvaškem in v Svetu, kar se tiče pisanja o robotih kopenske vojske. Menim, da ni neke opazne razlike. Članki so tudi dokaj podobni, oziroma se dotikajo podobnih problemov. V vseh treh revijah najdemo članek o programu bojnih sistemov prihodnosti (FCS), oziroma o kopenskih vozilih brez posadke (UGV). Veliko je pisanega o robotih za delo z eksplozivnimi telesi, manj pa o novejših in bolj kompleksnih robotih za bojevanje. Več je tudi člankov o brezpilotnih letalih, ki postajajo vse manjša. V vseh treh revijah naletimo tudi na članke o spremembah v načinu vodenja vojn, ki jih prinašajo številne napredne tehnologije, vključno z roboti.

Je pa verjetno res, da so informacije v IDR tiste, ki avtorjem drugih dveh revij večkrat pomagajo napisati kak članek. To je seveda razumljivo, saj imajo avtorji v tej reviji dostop do ljudi, ki imajo izkušnje z roboti, in tako več informacij; medtem ko pri nas in na Hrvaškem tega še ni, oziroma je robotov resnično malo. A če želi Slovenska vojska postati res sodobna, bo morala slej ko prej uporabljati tudi robote za opravljanje določenih nalog. Takrat bo verjetno več napisanega o teh temah, saj bo tudi javnost želela o tem več vedeti.

V primerjavi z drugimi bolj konvencionalnimi temami, je v vseh treh revijah malo napisanega o kopenskih robotih in o vojaških robotih sicer. Po mojem mnenju bi si ti sistemi zaslužili več pozornosti, saj bodo močno vplivali na vodenje prihodnjih vojn. Verjamem, da bo število člankov skozi prihodnja leta naraščalo, ko bodo vojaški roboti pridobivali na vrednosti. Zaenkrat se o njih piše bolj na splošno; o načrtih in različnih programih, manj pa je člankov o konkretnih primerih⁵. Razlog gre iskati predvsem v tem, da je malo robotov, ki se jih razvija, dejansko testiranih in uporabljanih na terenu. Išče se nove rešitve, nove možnosti uporabe vojaških robotov. Predvsem pa je problem, da vsi ti sistemi še niso pripravljeni za uporabo. Ko bodo, pa se bo o njih zagotovo pisalo zelo

⁵ So pa ti primeri opisani v nekaterih drugih revijah, na primer v Jane's Defence Weekly ali pa v kratkih novicah, ki jih nisem štel v analizo. Še posebej veliko pa je opisov posameznih robotov na spletu.

obširno in natančno. Do takrat pa je stanje tako kot je. Strokovnjaki v obravnavanih revijah pišejo o stvareh, ki delujejo, se uporabljajo; ne iščejo pa senzacionalističnih novic.

4. DEJAVNIKI, KI SO VPLIVALI NA NASTANEK IN RAZVOJ ROBOTIKE

Robotika je znanost in tehnologija o načrtovanju, izdelavi in uporabi robotov, ki pa so izjemno kompleksni sistemi, saj jih tvori kopica podsistemov iz različnih znanosti, disciplin in ved. Na začetek razvoja robotov so poleg tehničnih ved vplivali tudi drugi dejavniki, a v tem poglavju se bomo posvetili prvim. Predstavljeni bodo najpomembnejši tehnični / tehnološki dejavniki ter vede in znanstvene discipline, ki so botrovale nastanku robotike in njenemu razvoju, tudi na vojaškem področju, ki je v polnem zagonu.

4.1 Računalništvo

Računalništvo je najbolj osnovna veda, brez katere roboti in večina sodobnih tehnoloških sistemov ne bi mogli obstajati, saj računalniki nadzorujejo in upravljajo praktično vse njihove podsisteme. Računalništvo je znanstvena veda o delovanju računalnikov in o njihovi uporabi, kar vključuje strojno in programsko opremo. V praksi je računalništvo povezano z mnogimi drugimi vedami, od abstraktne analize algoritmov do bolj stvarnih tem, kot so programski jeziki, programska in strojna oprema. Kot znanstvena veda se računalništvo loči od matematike, programiranja, programskega inženirstva in računskega inženirstva, čeprav se ta področja pogosto zamenjujejo (Wikipedija 2007a).

Zgodovina računalništva je tako zanemarljivo kratka, da se starejšim računalnikom (še) ne pripisuje zgodovinske vrednosti in tako se je v razmaku le petdesetih let na odpadu znašlo na tisoče in tisoče računalnikov, ki jih danes zaradi izjemno hitrega tehnološkega napredka smatramo za zastarele ter neuporabne. Na grobo bi zgodovino računskih strojev lahko razdelili na obdobja historičnih, mehanskih in

elektromehanskih strojev, na začetke elektronskih strojev za računanje in obdobje po letu 1950, v katerem je zaradi razvoja polprevodnikov prišlo do pravega buma v računalniški industriji⁶, ki so iz dneva v dan hitrejši in boljši ter omogočajo vedno več možnosti uporabe. Gordon Moore, soustanovitelj Intela, je daljnega leta 1965 zapisal *nenapisan* zakon, ki je kasneje dobil njegovo ime (Moorov zakon) in pravi da se število tranzistorjev na kvadratnem palcu vsako leto podvoji, medtem ko se surova računska moč procesorjev podvoji vsakih 18 mesecev. Razvoj računalnikov torej ves čas teče le v smeri pomanjševanja, saj današnji najboljši računalniki delujejo na popolnoma enak način, kot so delovali prvi. Žal prav kmalu to več ne bo zadostovalo. Zato so se fiziki in elektroniki usmerili v svet najmanjših dimenzij - v svet kvantne mehanike, da bi poiskali rešitev tega problema. In zdi se, da upanje in vse vloženo delo niso šli v nič. Plodovi dolgotrajnega dela in teorijskih razglabljanj so že obrodili prve sadove: prve delujoče kvantne računalnike, ki pa so še vedno v fazi raziskovanja in izboljševanja osnovnih principov. Do prvih pravih računalnikov, ki bodo sposobni opravljati opravila podobna opraviлом današnjih računalnikov, bo verjetno minilo še kar nekaj časa. Vendar pa je kljub temu to zelo obetajoče področje prihodnje tehnologije (Rosina 2006).

⁶ Historični stroji so bila pravzaprav različna pomagala za štetje; med njimi je najbolj znan Abakus, ki so ga uporabljali že 2500 let pred našim štetjem. Mehanski stroji so delovali s pomočjo koles, zobnikov in bobnov z zobci, poganjali pa so jih ročno ali s pomočjo (parnega) stroja. Leta 1642 je takrat 18 letni Blaise Pascal izdelal "numerični kolesni kalkulator" kot pomoč svojemu očetu pri računanju. Po njem je poimenovan programski jezik Pascal. Najbolj znan izumitelj takega stroja (analitični stroj) pa je Charles Babbage (1791-1871). Njegovi računski stroji so bili mnogo let pred svojim časom, saj v tistih letih ni bilo tako velike potrebe po zmogljivem računskem stroju. Razvoj elektrotehnike v začetku dvajsetega stoletja je omogočil uporabo elektromotorjev za pogon mehanskih strojev. Pojavile so se luknjane kartice, nekateri jih imenujejo tudi Hollerithove kartice po Hermanu Hollerithu. Že Babbage je sicer v svojih zapisih omenjal operacijske kartice, ki bi delovale nekako tako kot današnji programi - določale kdaj naj se izvrši katera operacija nad določenimi podatki. Veliki preskok pa se je zgodil šele z elektromehanskim strojem Z3, Nemca Konrada Zuseja (1910 - 1995), ki je bil prvi programsko vodeni računalnik. Zuse je namesto zapletenih mehanizmov z zobci uporabil releje. Prve računalnike z elektronkami so začeli izdelovati okoli leta 1940. Prvi računalnik s shranjenim programom pa je bil angleški EDSAC. Kar se nam danes zdi samoumevno, pa je leta 1945 zvenelo skoraj nezaslišano - računalnik, ki naj bi nadzoroval svoja dejanja? Človek ne bi imel vpogleda v celotno delovanje stroja? Ideja se je kljub začetnemu neodobravanju prijela. Elektronke, ki so bile precej nezanesljive, so začeli po letu 1950 zamenjevati s tranzistorji, ki so bili manjši in zanesljivejši. Leta 1971, ko so prišli na tržišče mikroprocesorji, pa se je v računalništvu zares zgodil tisti pravi bum (Rosina 2006).

4.2 Avtomatika

Avtomatika je ključnega pomena za nastanek ideje o robotih. Človek si že od prazgodovine namreč želi, da bi določene stvari in naloge namesto njega opravil kdo drug, kakšna umetna struktura. Za kaj takega pa je bilo potrebno najprej izumiti koncept avtomatskega mehanskega delovanja.

Že Stari Egipčani so uporabljali mehanske kipe bogov, ki so jih s pomočjo škripcev in skritih vzvodov upravljali ljudje. V stari Grčiji je najbolj znan inženir, Heron, že v prvem stoletju med drugim izdelal prvi stroj na kovanec za prodajo svete vode, orgle na vetrni pogon, različne mehanske skulpture, gnane z vodo in toploto, pa tudi prvi stroj, ki je energijo pare pretvoril v mehansko gibanje. Izumil pa je tudi mehansko gledališče, kjer so lutke v desetminutni predstavi zamenjale igralce in ki velja za najstarejši primer programiranega krmiljenja strojev. Po zlati dobi zgodnje mehanike, je njen razvoj zamrl za dobrih tisoč let, vse do renesanse, ko so pobudo prevzeli urarji, ki so potrebovali le nekaj stoletij, da so urni mehanizem iz zvonika stlačili v ohišje na zapestju. Ponovno pa so s tem vzbudili zanimanje za izdelavo mehanskih posnetkov živih bitij, s čimer se je ukvarjal tudi Leonardo da Vinci. Svoj vrhunec pa so taki avtomati doživeli v 18. stoletju. Leta 1739 je Jacques de Vaucanson predstavil znamenito mehnično raco⁷, nekaj desetletij kasneje pa je družina Jaquet – Droz predstavila tri osupljive avtomate – Risarja, Glasbenico in Pisca⁸.

Hegel, največji filozof svojega časa, je na prehodu iz 18. v 19. stoletje, ko so mehanski avtomati dosegli vrhunec svojega razuma, bistvo tehnike opisal kot »zvižčajnost uma«, s katero človek postavlja silo narave proti naravi sami. Zanj so bila orodja in stroji dosežki duha, tehnika pa sredstvo človekove emancipacije od nepredvidljivosti narave (Oberžan 2007: 30).

⁷ Ta je, če se jo je navilo, jedla koruzna zrna, jih prebavila in izločila skozi umetni anus; obenem pa je tudi dihala (upihnila je lahko tudi svečo). Ob vsem tem ji je tudi bilo umetno srce.

⁸ Risar je po naprej pripravljenem programu lahko narisal 4 risbe, Glasbenica je igrala na orgle, z očmi sledila svojim prstom, zraven pa premikala torzo, kot da diha, Pisec pa je lahko napisal katerokoli besedo dolžine do 40 črk, ob tem pa je vsakič previdno otreseł pero, ki ga je namakal v črnilo ter pihal v papir, da se je črnilo sušilo. Ti trije avtomati so imeli okoli 6000 sestavnih delov, programiralo pa se jih je s posebnim bobnom.

4.3 Digitalizacija

Še ena pomembna stvar, brez katere ne bi bilo sodobnih robotov je digitalizacija. Digitalizacija pomeni pretvorbo informacije iz analogne v digitalno obliko. Tehnološko gledano, je analognost proces spreminjanja nekega signala (na primer avdio, video) v elektronski impulz. Digitalnost pa pomeni pretvorbo takega signala v binarno kodo, kjer se podatki spremenijo v serijo »1« in »0«, s katerimi se sporazumeva računalnik.

Analogna tehnologija je prisotna že nekaj desetletij, ni tako komplicirana in je poceni. Problem pa je v tem, da ima analogen signal omejitve v smislu prenosa podatkov. Digitalna tehnologija pa signal razbije v enice in nule, ki jih na drugi strani naprava zopet sestavi. Prednost digitalnosti je v tem, da ve kaj mora biti, ko pride na drugi konec prenosa. Tako lahko popravi vse morebitne napake, ki se zgodijo na poti. Obenem pa lahko v enak prostor, kot pri analognem signalu, spravimo mnogo več 1 in 0 (Wotel 2004).

4.4 Bionika

Avtomatske mehanske naprave so v bistvu umeten posnetek nečesa živega. Roboti naj bi počeli nekaj, kar drugače počne človek; tudi vojaški roboti naj bi nadomestili ljudi. S posnemanjem narave se ukvarja bionika.

Bionika se je začela raziskovati zelo zgodaj, pionirja tega področja sta bila mitološka Ikar in Dedal, v resnici pa tudi Leonardo da Vinci, ki je s svojim modelom "letala" preskočil celotne zglebe človeškega razvoja in nam s tem pokazal pot do sedanjih letal. Bionika je po eni strani znanost o prenosu znanja, ki ga dobimo z opazovanjem metod in sistemov v naravi, v načrtovanje in izdelavo sistemov moderne tehnologije. Gre torej za prepisovanje ali posnemanje stvari iz živega sveta in apliciranje v vsakdanje življenje. Po drugi strani pa želi bionika prekoračiti meje naše biološke narave z zamenjavo bioloških delov z umetnimi oziroma s prevodom človeških misli v računalniške informacije. Ti procesi so, seveda, še vedno le teoretični, saj še ni potrebne

tehnologije. A vseeno se na področju povezave umetnih udov z živčnim sistemom dogaja napredek, ki veliko obljublja že v bližnji prihodnosti.

Sam izraz *bionika* pa je predmet debate. Medtem ko nekateri trdijo da gre za povezavo grške besede bion (življenjska enota) in pripone –ic (kakor, v smislu), drugi pravijo, da gre za povezavo besed biologija in elektronika.

Transfer tehnologije med življenjskimi oblikami in umetnimi konstrukti je zanimiv zato, ker pritisk evolucije sili naravne sisteme v visoko učinkovitost in optimiziranost. Primer je izdelava barve, ki je neobčutljiva za umazanijo in vodo. Takšen je namreč tudi lotusov cvet. Pa tudi izumi kot so sonar, radar in ultrazvok so nastali s povezavo biologije z tehniko. Na področju računalniške znanosti pa je bionika ustvarila umetne nevrone, umetne živčne mreže in rojno inteligenco (swarm intelligence). Vseeno pa je v sodobnih mehanizmih le 10% prekrivanja biologije in tehnologije (Wikipedia 2007b).

4.5 Kibernetika

Tudi kibernetika se ukvarja z *živo naravo*, saj so njeno zanimanje koncepti kot so komunikacija in kontrola v živih organizmih, strojih in organizacijah. Osredotoča se na ugotavljanje kako nekaj (digitalnega, živega ali biološkega) procesira informacije, reagira na njih in se spremeni, da bi bolje opravilo prvi dve nalogi. Bolj filozofsko definicijo je podal Louis Couffignal, eden od pionirjev kibernetike, ki jo je označil za »umetnost zagotavljanja učinkovitosti delovanja«.

Beseda kibernetika izhaja iz grške besede *kybernetes* (ki ima enak koren kot vodenje, vlada), sicer pa pokriva širok spekter, poglobitveni cilj pa je razumeti in definirati funkcije in procese sistemov, da bi lahko naredili take umetne sisteme, oziroma le-te izboljšali.

Tudi umetna inteligenca se je razvila iz kibernetike, obe disciplini pa sta bili večkrat v modi in izven nje med iskanjem inteligentnih strojev. Čeprav je kibernetika prej začela s tem je UI med leti 1960 in 1985 dominirala, nato pa se je zaradi ponavljajočih neuspehov zopet nekoliko umaknila kibernetiki, ki predstavlja alternativno pot do

spoznanja delovanja možganov in biologije kognicije. Zanimivo je, da imata obe disciplini popolnoma drugačen pogled na inteligenco strojev. UI temelji na domnevi, da je znanje blago, ki se ga lahko shrani v stroj. Uporaba tega znanja v resničnem svetu pa pomeni inteligenco. Kibernetika pa na zadevo gleda bolj konstruktivno in pravi, da je informacija (ali inteligenca) atribut interakcije (Wikipedia 2007c).

4.6 Umetna inteligenca

Umetna inteligenca je najbolj ključnega pomena kar se tiče robotov. Ta podsistem je tisti, ki v bistvu loči robote od avtomatskih strojev. Brez visoko razvite UI bi bili vojaški roboti nesmiselni.

Umetna inteligenca je področje računalniške znanosti, ki skuša razumeti in osnovati računalniške programe oziroma računalnike, ki bi lahko posnemali človeško inteligenco. Ti računalniški programi naj bi bili tako sposobni učenja na osnovi izkušenj (Smith 1990: 22).

Umetna inteligenca je področje informatike z interdisciplinarnim značajem. Cilj UI je razvoj naprav, ki se vedejo, kot da bi razpolagale z inteligenco. Umetna inteligenca je prepletena s psihologijo, nevrologijo, matematiko, logiko, filozofijo in drugimi vedami. Izvorni cilj umetne inteligence pa je izdelati stroj, ki posnema človeško razmišljanje⁹. Pri tem so vključena tudi čustva in zavest.

Obstajajo vsaj štiri področja UI:

1. vizualna inteligenca (prepoznavanje oblik, obrazov, prstnih odtisov, ...)
2. govorna inteligenca (prepoznavanje govora, sinteza govora, ...)
3. manipulativna inteligenca (nadzor gibanja robotske roke, nadzor nožnih mehanizmov, ...)
4. racionalna inteligenca (ekspertni sistemi, podatkovne baza, ...)

⁹ Marvin Minsky, eden od »očetov« umetne inteligence, pravi, da je le-ta: »Znanost pripraviti stroje do tega, da bi počeli stvari, ki bi zahtevale inteligenco, če bi jih počeli ljudje.« (Staugaard 1987: 23)

in vsaj dve podpodročji:

- Strojno učenje - stroji, ki imajo sposobnost učenja
- Nevronske mreže - stroji, ki se lahko učijo, izdelani po vzoru naših možganov (Wikipedija 2007b).

Prepoznavanje oblik oziroma strojni vid je verjetno najbolj pomembna sposobnost zaznavanja, ki jo nek robot lahko ima. Vsak robot, ki lahko skozi lasten sistem vida pridobiva informacije o okolju, je mnogo bolj inteligenten kot robot, ki je omejen na podatkovno bazo, ki mu jo je vsadil programer. Preprostejši sistemi računalniškega vida zaznavajo različne stopnje svetlobe, ki jih pretvorijo v električno napetost, nato pa v analogni signal. Tak robot lahko opazi le spremembo v poziciji predmeta. Resničen računalniški vid pa zahteva transformacijo, analiziranje in razumevanje stopenj svetlobe. Zato se znanost računalniškega prepoznavanja oblik deli na prav na ta tri področja (Staugaard 1987: 7).

Zelo pomembno je tudi prepoznavanje govora, v razvoj katerega se vlaga ogromno sredstev. Gre za proces, ki govorni signal spremeni v zaporedje besed; to pa se zgodi s pomočjo algoritmov implementiranih v računalniški program. Sistemi za razumevanje govora uporabijo UI za kategoriziranje izgovorjenih besed v zvočne ali fonetične kategorije. Natančnejše fonetične razlike se nato uporabijo za določanje katere od možnih besed so bile dejansko izgovorjene. Prednosti prepoznavanja govora so očitne. Vojaški robot, ki bi razumel govorne ukaze poveljnika, ne bi potreboval ukazov preko operaterja. Za začetek bi lahko dojel osnovne ukaze, ki bi jih je nekdo izgovoril in nato deloval po vnaprej pripravljenem programu, kasneje, z razvojem UI pa bi lahko reagiral na vsak ukaz.

Robot, ki naj bi nadomestil človeka, se mora nujno učiti na lastnih napakah. Temu pravimo strojno učenje. Gre za razvoj algoritmov in tehnik, ki računalniku omogočajo *učenje*. V osnovi obstajata dva tipa učenja – induktivno in deduktivno. Induktivno pomeni, da stroj iz mase informacij, ki jih sprejema, izloči vzorce in pravila. Na praktični ravni to robotu omogoča, da na terenu ne ponavlja napak in da vsakič, ko nekaj opravi, to opravi bolje, saj eliminira prejšnje napake. Po drugi strani pa ima strojno učenje tudi širšo

vlogo, saj sodeluje pri večini aplikativnih področij umetne inteligence, tudi pri prepoznavanju vzorcev, oblik, govora,...

Zelo pomembno vlogo pa strojno učenje igra tudi pri ekspertnih sistemih. Ob besedi robot pomislimo na človeku (ali drugemu živemu bitju) podoben stroj. A večina definicij robota pravi, da gre za stroj, ki nadomešča človeka pri različnih opravilih. Glede na to lahko ekspertne sisteme mirne duše označimo za robote, saj je njihova naloga uporabljati znanje ljudi za reševanje problemov, ki bi drugače zahtevali človeško inteligenco. Najrazličnejše knjige in priročniki vsebujejo ogromno znanja, a človek mora brati in interpretirati to znanje, da ga lahko uporabi. Ekspertni sistemi zbirajo delčke človeškega znanja v podatkovno bazo, ki se nato uporablja za reševanje problemov, odločitve pa sprejemajo na podlagi pravil, ki so prej določena in z uporabo primerne znanja iz baze. En sistem torej lahko predlaga rešitev problema, ki bi drugače zahteval znanje in sodelovanje skupine strokovnjakov. Umetna inteligenca bi na vojaškem področju tako lahko na primer predlagala taktične in strateške odločitve.

Sam pojem Umetne inteligence je sicer prvi uporabil John McCarthy, ki jo je opisal kot znanost izdelave inteligentnih strojev. Ta pojem je sicer univerzalno sprejet, čeprav so nekateri mnjenja, da ni najbolj točen. Raziskave na UI področju se ukvarjajo z izdelavo strojev, ki bi avtomatizirali naloge, ki zahtevajo inteligentno obnašanje. To so na primer kontrola, načrtovanje in razporejanje, sposobnost odgovarjanja na diagnostična in potrošniška vprašanja, pisanje, govorjenje in prepoznavanje obrazov. Kot taka, je umetna inteligenca postala tudi tehnična disciplina, ki se osredotoča na iskanje rešitev za probleme iz resničnega življenja. Eden največjih problem UI pa je »razumevanje«. Veliko naprav je bilo ustvarjenih, ki lahko počnejo neverjetne stvari, a kritiki UI pravijo, da do resničnega razumevanja¹⁰ še ni prišlo (Wikipedia 2007a).

Sposobnost izdelovanja inteligentnih naprav zbujajo zanimanje ljudi že od antike. Med leti 1970 in 1980 je razvoj umetne inteligence doživel *zimo*. Vzrok je bilo pomanjkanje rezultatov in posledično sredstev. Med leti 1990 in 2000 pa je na razvoj zelo vplivala verjetnostna teorija. Po 11.9.2001 so raziskave dobile še dodaten zagon in

¹⁰ Turingov test je test prikaza strojne inteligence in predstavlja merilo za ugotavljanje le-te. Deluje takole: človeški sodnik se vključi v pogovor z dvema sogovornikoma; še z eno osebo in z strojem / računalnikom. Če človek ne more določiti kateri od njiju je kateri, je stroj opravil test. Poudariti pa je potrebno, da je ta pogovor omejen na tekstovna sporočila in ne dejanski govor. Ta namreč ni odvisen le od inteligence stroja.

sredstva, da bi našli sisteme za odkrivanje groženj. Danes, ob adventu računalništva in z več kot 50 leti raziskav na področju UI, se te sanje uresničujejo. Sistemi, ki jih razvijajo, lahko posnemajo človeške misli, razumejo govor, premagujejo najboljše šahiste in še mnogo ostalih stvari¹¹ (Herbert 1997).

Dolgoročni cilj pa je doseči umetno inteligenco, ki bi bila pametnejša od človeške. Obstaja veliko različnih teorij, raziskav, eksperimentov kako doseči to super inteligenco, ki se ji reče tudi Singularnost¹². Obstaja več tehnologij, ki se omenjajo v zvezi s tem. Najbolj pogosta je Umetna Inteligenca, a obstajajo še druge: neposredna povezava (vmesnik) med možgani in računalnikom, biološka avgmentacija, genetski inženiring, ultra-visoko-resolucijsko preslikavanje možganov, ki mu sledi računalniška emulacija in druge. Nekatere od omenjenih tehnologij so bližje uporabi kot druge; vse pa v vodijo v isto smer – v smer Singularnosti.

Če/ko bodo te tehnologije dosegle želeni nivo, bodo omogočile ustvarjanje inteligence, ki bo pametnejša od človeške. Človeška inteligenca je temelj človeške tehnologije; vsa tehnologija je konec koncev produkt človeške inteligence. Če se lahko tehnologija obrne in poveča inteligenco, se s tem zanka zaključi in ustvari pozitiven povraten efekt. Pametnejša pamet bo še bolj učinkovita pri grajenju še pametnejših pameti (SIAI, 2007).

4.7 Ergonomija

Robot, ki naj bi pomagal človeku, si z njim delil delo ali ga nadomestil, mora biti oblikovan tako, da lahko deluje skladno s človekom. Še posebej ko sodelujeta, se mora

¹¹ Zmožljivost UI strojev se izboljšuje z enakim tempom, kot raziskovalci UI dobivajo dostop do hitrejših strojne opreme. Na podlagi ekstrapolacije preteklih trendov in po pregledu tehnologij v razvoju, je predvidevano, da bo potrebna strojna oprema za izdelavo resnično *pametnih* strojev na voljo po nizki ceni okrog leta 2020. Kljub temu pa je malo verjetno, da se bo stroje, ki stanejo na desetine milijonov dolarjev potratilo za opravljanje stvari, ki jih lahko opravi vsak človek, če se jih namesto tega lahko uporabi za reševanje nujnih fizikalnih in matematičnih problemov, s katerimi se nihče ni sposoben spoprijeti. Stroji z zmožljivostjo podobno človeku bodo postali ekonomsko smiselni šele, ko bodo stali manj kot ljudje; na primer, ko bodo njihovi *možgani* stali približno \$1.000 (Moravec 1998).

¹² singularnost tudi singulárnost -i ž (i; a) knjiž. posebnost, izjemnost: singularnost umetnine. (SSKJ, elektronska verzija)

umetno stvar prilagoditi naravni. Če človek upravlja robota, kar se trenutno dogaja pri kopenskih robotih v vojski, mora biti to upravljanje tako, da je človeku kar se le da prijazno in priročno ter učinkovito. S tem se ukvarja ergonomija.

Wojciech Jastrzebowski (1857), poljski učenjak, filozof in naturalist, ki je prvi definiral in uporabljal besedo *ergonomija*, jo je definiral kot "znanost o delu". Beseda ergonomija sicer izhaja iz grških besed Ergon (delo) in Nomos (načelo / zakon). Združenje znanstvenikov iz BCPE (Board of Certification in Professional Ergonomics) pa Jastrzebowskijev koncept dopolnjuje takole: "Ergonomija je veja znanosti o človeških sposobnostih, navadah, omejitvah lastnih človeških pravic in ostalih človeških značilnostih, ki so primerne, ustrezne za ustvarjanje in oblikovanje. Ergonomično oblikovanje je veda o sestavi orodij, strojev, sistemov, nalog, dela in okolja za varno udobno in efektivno človeško uporabo.

Beseda ergonomija se uporablja tudi kot sinonim za tehnični človeški faktor. Z ergonomsko ureditvijo delovnega mesta skušamo delo čim bolj prilagoditi človekovim fizičnim in psihičnim lastnostim, ter zmanjšati oziroma preprečiti morebitne škodljive učinke na zdravje (Pedagoška fakulteta Univerze v Mariboru 2000).

4.8 Mehatronika

V robotu je združenih kar nekaj različnih tehničnih smeri, ki morajo delovati usklajeno. Mehatronika je izraz, ki se je prvič pojavil pred približno štiridesetimi leti in je izpeljanka besed *mehanika* in *elektronika* ter tako predstavlja novo tehnično smer. Sprva je bilo to področje, ki je nekako združevalo mehanske in elektronske sisteme, razvilo pa se je kot posledica opazovanja sinergijskih učinkov v sistemih, ki so bili kombinacija elektronike in mehanike. Danes bi temu prej rekli *elektromehanika*.

Z razvojem tehnike so se začeli razvijati tudi računalniki in z njimi informatika. Postajali so (in še postajajo) zmogljivejši, kar pomeni, da lahko shranjujejo večje količine podatkov, hkrati pa te podatke hitreje obdelujejo, in manjši. Lahko trdimo, da je danes računalnik prisoten prav na vseh področjih od vzgoje, medicine, živilstva, meteorologije, avtomobilizma, robotov, vojne... Zagotovo pa v tehniki ni več področja, ki bi si ga lahko

predstavljali brez računalniško podprtih sistemov - resda morda ne gre za računalnike v klasični obliki kot stvar, ki jo postavimo na mizo, pač pa je to pogosto neko vezje relativno majhnih fizičnih dimenzij, ki je vgrajeno v nek sistem. Ravno tako je računalnik posegel na področje mehanike in elektronike ter tako postal sestavni del mehatronike, ki je danes definirano kot zlitje mehanike, elektronike ter informatike oziroma inteligentne računalniške kontrole.

Mehatronika pa je več kot le združenost teh področij; gre za novo filozofijo, ki govori o zlitju vseh področij v eno – mehatroniko. Brž ko poskušamo odstraniti eno od omenjenih področij, naprava, stroj, proces obmiruje. Praktično so novi sistemi, kamor vsekakor spadajo tudi roboti, izključno mehatronski, saj razen v redkih primerih le stežka najdemo odsotnost komponent enega od treh področij (ŠCC VŠŠ 2007).

4.9 (Mikro)elektronika

Ena ključnih stvari brez katere robot nikakor ne bi mogel delovati je elektronika. To je veda o toku napetosti skozi različne materiale in naprave kot so polprevodniki, uporniki, induktorji, kondenzatorji, nano-strukture ipd. Vse elektronske naprave potrebujejo prenos moči in morebiti informacij. Čeprav se jo smatra kot teoretično vejo fizike, je načrtovanje in izdelava elektronskih vezij bistvena tehnika pri elektronskem in računalniškem inženiringu.

Elektronika je del elektrotehnike in je izrazito aplikativna veda, ki se pretežno ukvarja z uporabo elektronskih sklopov v napravah. Elektronska vezja so v "hišnih" napravah (pečice, pralni in pomivalni stroji, mešalniki, rezalniki ...) v radijskih in TV-sprejemnikih, v krmilnih vezjih vodenih modelov, v telefonih, v navigacijskih napravah (radar, sonar, GPS ...) in v drugih profesionalnih napravah. Naše digitalno življenje je pravzaprav zgrajeno na razvoju miniaturnih elektronskih vezij (mikro čipov). V teh napravah elektronska vezja omogočajo samodejno in pravilno delovanje, enostavno rokovanje in izbiro možnosti (programiranje), uporabniku pa zagotavljajo varnost (SŠER 2007).

Mikroelektronika pa je del elektronike, ki se že po imenu sodeč ukvarja z izdelavo elektronskih komponent, ki so zelo majhne. Z napredkom tehnik pa so te velikosti tudi vse manjše, čeprav ta majhnost prinaša tudi določene probleme. Cilje mikroelektronike je te težave premostiti in proizvajati vedno manjše, hitrejše in cenejše naprave (AMN 2007).

Prisotnost mikroelektronike je lepo vidna s tem, ko se čipi nahajajo malodane povsod – od medicinskih naprav do otroških igrarč, od agrikulturne opreme do bele tehnike, logističnih sistemov in varnostnih ter obrambnih sistemov. Tudi v robotih je največ prav mikroelektronike, saj tudi roboti (nekateri) postajajo vse manjši in zato potrebujejo tudi vse manjše sestavne dele – tudi elektronske.

4.10 Nanotehnologija

Če se mikroelektronika ukvarja z zelo majhnimi elementi, se nanotehnologija z mikroskopskimi. Nanotehnologija je namreč znanstvena disciplina, ki se ukvarja z raziskovanjem in obdelovanjem snovi na atomski in molekularni ravni (1 nanometer = 1 milijoninka milimetra; človeški las meri okoli 80.000 nanometrov). V pičlih nekaj letih se je spremenila iz znanstvene fantastike v zelo aktualno tehnologijo, saj velja za ključno tehnologijo 21. stoletja in ima ogromen potencial za rast. Vendar pa se pojavlja bojazen, da bi se dejavnost znašla v navzkrižnem ognju polemik okoli okoljskih in etičnih nevarnosti uporabe tehnologije (podobno kot se je zgodilo z biotehnologijo).

Nanotehnologija se ukvarja s proučevanjem in uporabo sistemov nanometrskih velikosti ter vključuje širok spekter znanstvenih področij - medicino, fiziko, inženirstvo in kemijo. Nano-snovi so že v uporabi in sicer v kremah za sončenje (za blokiranje ultravijoličnih žarkov) in v medicini, kjer se nanokeramika uporablja za nadomeščanje kostnega tkiva. Raziskave na področju nanotehnologije lahko vodijo do napredka v skoraj vseh vejah gospodarstva, med drugimi v medicini, okolju, proizvodnji, komunikacijah in elektroniki. Tudi o nanorobotih bo v tem diplomskem delu še govora, saj bi njihov obstoj in njihova majhnost prinesla neslutene možnosti in prednosti, še posebej na področju vojaške medicine, a tudi drugod.

Po drugi strani pa kritiki svarijo pred nevarnostmi uporabe nanotehnologije za teroristična orožja in možnostjo uničenja biosfere (roboti sposobni samoreprodukcije, ki bi ušli nadzoru). Kljub temu, da ni nobenega neposrednega dokaza za obstoj takšne nevarnosti, pa se politiki strinjajo, da je nujno potrebno informirati javnost o varnosti nanoproduktov, o možnostih nadzora in spremljanja prihodnjega razvoja tehnologije in o prednostih, ki jih prinaša nanotehnologija¹³ (Laptoš 2004).

4.11 Vetronika

Če včasih v vojaških vozilih ni bilo elektronike, se je to v zadnjem času zelo spremenilo. Sodobna vojaška vozila namreč v veliki meri temeljijo na ogromnem številu elektronskih sredstev. Rečemo jim vetronika (vehicle electronics). Današnji standard za integracijo vetronike predstavljata bojni tank M1A2 Abrams in bojno vozilo pehote M2A3 Bradley. Vetronika na teh vozilih v realnem času povezuje elektronske podsisteme, kot so senzorji in računalniki pa tudi vozila z drugimi vozili, vojaki in poveljstvom. Kmalu bo ta tehnologija zastarela, nova pa bo omogočala mnogo večje hitrosti in še večjo povezanost, saj bo povezala kopenske sile, vojake, poveljstva, bojno letalstvo, brezpilotna letala, državne avtoritete in satelitske komunikacije. Vse to s ciljem hitrejših in močnejših sil, z boljšo sposobnostjo preživetja in inteligentnejšim manevriranjem.

Elektronske in optoelektronske tehnologije bodo na bojnih poljih prihodnosti pomagale vozilom z ali brez posadke komunicirati s poveljniki in vojaki; s pomočjo telekomunikacijske mreže pa bodo nudile izjemno situacijsko zavedanje in manevrsko sposobnost. Elektronski podsistemi in komponente ameriških in zavezniških kopenskih bojnih vozil vstopajo v bistveno drugačno obdobje inter- in intra-sistemske integracije s širokim spektrom novih tehnologij in omreženih komunikacij. Primarna sila tega trenda je poudarek na transformaciji sil in programu bojnih sistemov prihodnosti – FCS. Tako

¹³ Nanotehnologija se je teoretično, in vsaj kar se tiče izdelkov tega velikostnega nivoja praktično, pokazala za perspektivno. Napovedi, ki se dotikajo polne uporabe nanotehnologije, so relativno nevhvaležne, saj je področje za sedaj še precej nedefinirano. Kljub temu, si strokovnjaki obetajo, da bomo lahko nekoč oblikovali okolje po svojih potrebah. Tako bo recimo izvedljiva priprava poljubnega obroka iz kateregakoli kosa organskega materiala ustrezne sestave, če bomo le imeli primerne "assemblerje" (Laptoš 2004).

obstajajo tri primarne komponente razvoja: mreža, avtomatika in situacijsko zavedanje. Vetronika je tista, ki bo to omogočila: mreža bo povezala vse elemente bojevanja v realnem času, avtomatika bo oborožene sile dopolnila z robotskimi sistemi, vse skupaj pa bo tvorilo situacijsko zavedanost, ki je taktično-vojaški cilj že nekaj desetletij. Razvijalci vetronike tako preusmerjajo praktično vsa sredstva za raziskave in razvoj v robotske sisteme in sisteme brez posadke, obenem pa si želijo razviti tehnologijo, ki bo zadostila potrebam v prihodnjih bojih; tudi kar se tiče sistemov s posadko. Nova era tako prinaša v bojna vozila nuklearne, biološke in kemične senzorje, avtomatsko prepoznavanje tarč, računalniško podprto pomoč pri odločanju, nadzvočne, infrardeče in svetlobne senzorje, laserski radar (LADAR), robotiko, antene z nizkim profilom, sisteme za pozicioniranje, navigacijo in sledenje, odlagalne senzorje, senzorje za gledanje skozi zidove in listje, detekcijo min iz razdalje, vozila brez posadke, mobilno omrežje visoke hitrosti, napredno navigacijo strojev, optoelektronsko zaščito, prilagodljive barvne zaslone, kamere in še mnogo najrazličnejših pripomočkov (Keller 2004).

4.12 Robotika

Robotika je torej znanstvena disciplina, ki se ukvarja z izdelavo strojev, ki bi na različne načine nadomeščali človeka, oziroma opravljali naloge, ki so za človeka pretežke, prenevarne ali predolgočasne. Za izgradnjo takega stroja je seveda potrebno znanje iz zelo različnih področij; robot namreč rabi pogonske dele, vire energije, programsko opremo, različne dodatke za opravljanje nalog, elektroniko, umetno inteligenco in še veliko drugih stvari. Da bi naloge čim bolje opravljal, mora biti pravilne oblike in velikosti, prilagajati se mora človeku, transportu, logistiki, pa tudi ostalim robotom. Za sestavo uspešnega in učinkovitega robota je torej potrebno združiti več različnih disciplin, dejavnikov in ved, ki skupaj na koncu dajo sistem sistemov, ki mu rečemo robot. V tem poglavju sem na kratko opisal le nekatere od najpomembnejših ved in dejavnikov, brez katerih vojaških robotov kopenske vojske ne bi bilo. So pa vsa ta področja tako velika, da bi lahko vsakemu posebej namenil prostora za eno diplomsko delo.

4.13 Revolucija v vojaških zadevah

Niso pa samo tehnični dejavniki in vede tisti, ki vplivajo na razvoj robotov. Na razvijanje in uporabo vojaških robotov močno vpliva tudi revolucija v vojaških zadevah (Revolution in Military Affairs – RMA), ki se v tem trenutku dogaja. Odnos med revolucijo v vojaških zadevah (RMA) in robotiko oz. vojaškimi roboti je sicer dvojne narave. Po eni strani je RMA »šotor« robotike in vpliva na njihov razvoj, po drugi strani pa roboti, skupaj z drugimi sodobnimi tehnologijami, vplivajo na to, da se ta revolucija sploh dogaja.

»RMA pomeni temeljite spremembe v načinu in naravi bojevanja, ki kot rezultat hitrega tehnološkega razvoja v kombinaciji z dramatičnimi spremembami vojaške doktrine in operativnih konceptih, temeljno spreminjajo značaj vodenja in poveljevanja operacij na bojišču.« (Davis v Kočevar 2003)

Revolucijo v vojaških zadevah¹⁴ bi lahko opredelili tudi kot uporabo novih tehnologij v pomembnem številu vojaških sistemov, kombinirano z razvojem inovativnih operativnih konceptov ter organizacijsko prilagoditvijo, na način, ki spreminja značaj upravljanja konfliktov. Rezultati teh sprememb pa se kažejo v dramatičnem povečanju bojnih zmogljivosti in vojaške učinkovitosti oboroženih sil (Hasim 1998).

Osnova za definiranje revolucije v vojaških zadevah leži v definiciji vojaško-tehnične revolucije (MTR), s katero se je začela tudi debata o RMA. Leta 1993 je Center za strateške in mednarodne študije predlagal sledečo definicijo MTR: temeljen napredek na tehnološkem, doktrinalnem ali organizacijskem področju, ki obstoječe metode vodenja vojne naredi zastarele. Ta definicija vključuje tri nujne pogoje za revolucijo v vojaško tehničnih zadevah in pojasni učinek MTR. Ti pogoji veljajo tudi za RMA. Vseeno pa sta ti definiciji preširoki za sodobno vojaško okolje.

Trenutne vojaške misije obsegajo širok spekter različnih nalog in načinov bojevanja. Nerealno je pričakovati, da bi RMA naredila celoten spekter zastarel. Tudi

¹⁴ Fraza *Revolucija v vojaških zadevah* je pravzaprav posledica ruskega razmišljanja iz 80. let. Šlo je za razmišljanje o vojaški revoluciji, temelječi na izrednem povečanju dosega na katerem lahko obramba zazna, reagira in porazi napadalca, ne da bi uporabila nuklearno orožje. So pa Američani koncept razširili izven tehnoloških okvirjev, saj so poudarjali, da bo potrebno na novo oceniti vsak aspekt vojaške organizacije, urjenja in logistike (Hacker 2006: 165).

nuklearna vojna ni naredila konvencionalne zastarele. Randall tako predlaga malo drugačno definicijo RMA (revolucije v vojaških zadevah): »Temeljen napredek na tehnološkem, doktrinalnem in/ali organizacijskem področju, posamezno ali v kombinaciji, ki pomembno prekosi obstoječe metode znotraj segmenta v spektru konflikta«. (Bowdish 1995: 26)

Ta definicija je širša v smislu, da vključuje operacije drugačne od vojne (OOTW-operations other than war) in ožja v smislu, da zahteva le, da RMA spremeni samo določen segment vojaškega delovanja, namesto celotnega spektra. S tem dovoli tudi, da naslednja generacija vojskovanja ne nastane nujno na račun predhodne¹⁵. Realno gledano; šesta generacija ne more narediti jedrskega orožja zastarelega, kakor tudi jedrsko orožje ni naredilo konvencionalnega zastarelega.

Popolna realizacija sprememb¹⁶ v vojaških zadevah mora torej zadovoljiti tri pogoje: tehnološki razvoj, doktrinalne inovacije in organizacijsko prilagodljivost.

¹⁵ Mnogi avtorji in vojaški stratezi ugotavljajo, da se vojna v svojem bistvu nikoli ne spreminja. Njen glavni namen je namreč podrediti oz. prisiliti nasprotnika na delovanje v skladu z našo voljo in interesi. Toda način, kako se vojna vodi in izvaja, pa se spreminja, tako kot se spreminjajo tudi njeni civilizacijski in družbeni okviri, povezani s percepcijo njenih učinkov in posledic. Včasih so te spremembe tako velike in dramatične, da vojna spremeni svojo obliko. Zato se tudi revolucija v vojaških zadevah pojavi kot odraz kombinacije tehnoloških, organizacijskih, družbenih, doktrinarnih ter politično – ekonomskih sprememb v povezavi z vojaškim načrtovanjem, opremljanjem in urjenjem. Veliko analitikov ter strateških načrtovalcev meni, da se je revolucija v vojaških zadevah pojavila tudi v zadnjih dveh desetletjih 20. stoletja, pri čemer je eden izmed njenih najpomembnejših rezultatov ponovno pridobivanje pomena konvencionalnega orožja, ki je bilo v času hladne vojne v senci jedrskega in drugih orožij za množično uničenje. Sedanja revolucija v vojaških zadevah pa sloni na novih tehnologijah, ki omogočajo hiter prenos obveščevalnih in drugih podatkov ter določanje tarč v realnem času, uporabo nove generacije ubojnih orožij ter natančno vodenega strelnega orožja, 24-urno izvajanje operativnih nalog, izboljšane sposobnosti izvajanja globokih udarov in boljši nadzor nad informacijski pretokom (Svete 2005: 218).

¹⁶ Spremembe v vojaških zadevah, ki so se že zgodile, ki se dogajajo in ki se bodo še dogajale, so tako pomembne, da se na njih pogosto gleda kot na revolucijo v vojaških zadevah, ki jo vodi tehnologija. Te spremembe so najbolj vidne na taktičnih in operativnih ravneh, kjer nove tehnologije omogočajo vojaškim silam, da tarče zadenejo z večjo natančnostjo in z vedno večje razdalje, da hitreje reagirajo ter da puščajo manj sledi. Na strateški ravni so spremembe, ki jih povzročajo nove tehnologije, manj vidne a bolj kontroverzne (Alberts in Papp 2000: 259).

5. DEFINICIJA (NE)BOJNEGA (POL) ROBOTA KOV

V tem poglavju bom skušal opredeliti pojem *kopenskega (ne)bojnega (pol)robotskega sistema*.

Če združimo različne definicije robota¹⁷, ugotovimo, da je robot elektromehanska ali bio-mehanska naprava, ki lahko opravlja avtonomne ali pred-programirane naloge. Beseda robot tako obsega širok spekter strojev, katerih skupna točka je ta, da so sposobni premikanja in da lahko opravijo fizične naloge. Zavzemajo lahko različne oblike; od humanoidov, ki posnemajo ljudi pri izgledu in premikanju, do industrijskih robotov, katerim obliko narekuje funkcija, ki jo opravljajo. V skupine jih lahko razdelimo glede na način delovanja, tako ločimo mobilne robote (npr. avtonomna vozila) od manipulatorskih (npr. industrijski roboti) in od samo-prilagodljivih, ki se sami prilagajajo nalogi. Robote lahko upravlja človek, ali pa delujejo na podlagi svoje sposobnosti odločanja, ki jim jo nudi umetna inteligenca. Večina robotov pade med te ekstreme, saj delujejo s pomočjo pred-programiranih računalnikov (Wikipedia 2007d).

Definicije robotov so take, da pojem robota zajamejo zelo na široko, saj po eni strani lahko za robote vzamemo vsako napravo, ki opravlja neko delo, ki ga je prej človek; po drugi strani pa lahko razumemo, da je robot naprava podobna človeku, ki opravlja tudi podobne naloge. Predstavljamo si lahko torej neko industrijsko robotsko roko, ki sestavlja neke predmete in s tem nadomesti človeka. Lahko pa si predstavljamo tudi robota, ki hodi, opazuje okolico in v njej deluje enako kot človek.

Tudi če se osredotočim samo na vojaško področje, so te definicije mnogo preširoko zastavljene. Za potrebe moje naloge pa moram natančno definirati kaj je

¹⁷ Robot je univerzalen mehanizem, ki lahko, tako kot človek, opravlja raznolike naloge, pod pogoji, ki niso znani vnaprej (Shapiro 1992: 1375); Elektronsko vodena naprava, ki enakomerno opravlja vnaprej programirana, pogosto človekovemu zdravju škodljiva dela (SSKJ 2002 elektronska izdaja); Vsaka avtomatsko vodena naprava, ki opravlja delo namesto človeka, čeprav človeku ni nujno podobna po zunanosti in naloge lahko opravlja na drugačen način kot človek (Encyclopaedia Britannica Deluxe Edition 2004); Reprogramabilni multifunkcionalni sistem, ki ga nadzira računalnik in je programirana, da se premika, ravna s predmeti ter opravlja različne naloge (Encarta encyclopedia); Človek avtomat, mehanični umetni človek (Veliki slovar tujk 2002: 1009); Robotski sistemi lahko opravljajo naloge, ki so prvotno v domeni človeka. Tu igra pomembno vlogo umetna inteligenca, ki se sicer še razvija, razvoj pa gre v smeri stroja, ki bi znal samostojno razmišljati in na podlagi izkušenj tudi reševati probleme (Encyclopaedia Britannica Deluxe Edition 2004).

vojaški (ne)bojni (pol)robot. V teoriji ne obstaja veliko definicij vojaškega robota¹⁸, zato bom sam skušal definirati tak sistem. Glede na splošne definicije robotov, bi med vojaške sisteme lahko šteli veliko zelo različnih sistemov. Če je pogoj, da delajo nekaj kar je človeku nevarno, to pa počnejo do neke mere avtonomno, je v sodobnih oboroženih silah veliko takih sistemov, ki bi jim lahko rekli robot. Sem bi lahko šteli vse daljinsko vodene sisteme in sisteme, ki delujejo samostojno brez pomoči človeka; mine, vodene rakete, daljinsko vodena vozila, senzorje, bojne postaje, brezpilotna letala,...

Kako pa bi opredelil kopenskega (ne)bojnega (pol)robota? To kar tak sistem je, je nekaj vmes med temi definicijami in opredelitvami. Najbolje, da ga primerjam še z enim sistemom, ki bi ga lahko šteli (glede na splošne definicije) med robotske sisteme – z vodenimi raketami¹⁹.

Take rakete bi po definiciji lahko spadale med robote, saj se na njihovi poti lahko izvaja korekcija leta; to lahko počnejo avtomatsko ali pa prek daljinske povezave s človekom. Vsekakor opravijo nalogo, ki bi bila za človeka prenevarna in pretežka, saj si ne moremo predstavljati, da bi človek letel po zraku več deset, sto kilometrov, na koncu pa umrl v eksploziji; te naloge pa lahko rakete opravijo tudi pod različnimi pogoji, ki niso nujno v celoti znani vnaprej. Take rakete so programirane in računalniško vodene, niso pa podobne človeku, kar pa tudi ni pogoj za robota. Pa tudi nalogo opravijo drugače kot človek, čeprav z istim ciljem. Kar pa pomeni, da imajo tudi elemente umetne inteligence, kar je tudi lahko pogoj za to, da nek sistem opredelimo za robotskega.

Sistemi, ki se štejejo za prave robote kopenske vojske so nekoliko drugačni; da bi jih opredelili moramo vse definicije pogledati z ožjega stališča, obenem pa jih razširiti, saj se kopenski robotski sistemi razlikujejo od na primer zračnih in vodnih.

¹⁸ Še najbolj se temu približa Shaker, ki pravi, da bi vojaške robotske sisteme najbolje opredelili kot avtonomne, polavtonomne in daljinsko vodene umetne sisteme ali vozila, ki opravljajo vojaške naloge, za katere se smatra, da so prenevarne za ljudi (Shaker 1988: 4).

¹⁹ Vodena raketa je zračno plovilo brez posadke z lastnim pogonom, ki nosi bojno glavo. Do tarče se usmerja z opremo za vodenje in kontrolo. Ta oprema je lahko v raketi sami, lahko pa se jo vodi iz lansirne postaje. Vodene rakete so lahko aerodinamične in se jih usmerja z aerodinamičnimi površinami ter sledijo ravno trajektorijo do tarče. Lahko pa so balistične, kar pomeni, da dobijo pogon med letom in sledijo parabolični trajektoriji. Tehnologije s katero se raketo usmerja na cilj obsegajo radar, infra-rdeče toplotne senzorje, optične naprave, laserje, radijske in akustične in celo žične povezave. Nekatere rakete pa sledijo tudi terenu in ga primerjajo s programirano potjo, ter tako letijo po poti, kakor da bi sledile cestni mapi (Answers.com 2007).

Kopenski (ne)bojni (pol)robot je pravzaprav mobilna platforma, na katero se lahko namesti različna oprema s katero potem tak sistem opravlja najrazličnejše naloge. Vse te naloge pa so prej opravljali ljudje, a si to delo zaradi nevarnosti in/ali težavnosti danes delijo z roboti. V prihodnje pa naj bi roboti to počeli sami. Kopenskimi robotskimi sistemom se reče tudi kopenska vozila brez posadke, saj se večinoma premikajo na kolesih. Ta vozila pa v večini primerov delujejo le pol-avtonomno (zato pojem **(pol)**robot), saj jih iz varne razdalje upravljajo operaterji prek daljinske kabelske, optične ali radijske povezave.

Naloge, ki jih taka vozila opravljajo so zaenkrat ne-bojne narave, čeprav se preizkuša tudi robote za bojno delovanje. Lahko pa se na robote namesti tudi nesmrtonosno ali manj kot smrtonosno orožje (zato pojem **(ne)**bojni robot).

Vsak kopenski robot pa je tudi sestavljen iz več podsistemov, ki skrbijo za delovanje robota in opravljanje nalog, za katere je namenjen. Nekateri od teh podsistemov so značilni le za kopenske robote, kar jih zopet naredi drugačne od drugih vojaških robotov.

Vsak kopenski (ne)bojni (pol)robot potrebuje sistem za premikanje, da pride do cilja, se premika po poti, po opravljeni nalogi pa vrne nazaj. Navadno so to kolesa (praviloma 4 ali 6), a ker včasih prečkajo tudi bolj zahteven teren (stopnice, grušč, skale, kamni, pesek ruševine, črepinje, itd.) imajo nekateri še določene pripomočke, s katerimi te ovire lažje premagujejo²⁰. Ni pa nujno, da gre pri kopenskem robotu za vozilo. Tako je lahko podsistem za premikanje tudi drugačen²¹.

Vsako kopensko vozilo brez posadke potrebuje tudi različne senzorje oziroma tipala s katerimi *opazuje* okolico in nanjo reagira. Ta tipala pa mu omogočajo tudi opravljanje nalog, kar pomeni, da imajo različna vozila lahko različne senzorje. Ti senzorji so lahko toplotni, optični, IR, biološko-kemični, akustični, itd. Sem spadajo tudi različne kamere (dnevne, nočne, IR) in mikrofoni preko katerih vozilo pošilja sliko in zvok operaterju. To se dogaja v realnem času, tako da lahko operater pravočasno pošlje robotu ustrezna navodila, obenem pa natančno vidi točno tisto kar vidi robot.

²⁰ iRobotovi sistemi tako uporabljajo patentirane *plavutke* s katerimi premagujejo ovire, izraelski patent Galileo pa je kolo in gosenice obenem.

²¹ Električni pes, ki ga razvijajo, se premika na nogah. A je tak način zelo težaven za inženirje.

Da bi se robotsko vozilo lahko kolikor toliko samostojno premikalo, potrebuje tudi navigacijski paket. Od tega je pravzaprav tudi odvisno v kolikšni meri lahko samo potuje in prečka teren. Zaenkrat se robote upravlja prek daljinskega vodenja, a vedno več je takih, ki lahko sami navigirajo po terenu. Se pravi, da je navigacija v neposredni povezavi z umetno inteligenco; še več – trenutni trend razvoja umetne inteligence takih vozil pravzaprav temelji na izboljšavah avtonomne navigacije. Cilj je robotu le določiti cilj, ta pa bi ga potem dosegel sam, ne glede na vse ovire na poti. Te bi naj bil namreč sposoben sam obiti, preplezati ali se jim kako drugače izogniti.

Umetna inteligenca je pravzaprav tisti podsistem, ki robote loči od avtomatskih strojev. O njej sem pisal že v prejšnjem poglavju, za osvežitev spomina pa naj ponovim, da je umetna inteligenca področje računalniške znanosti, ki skuša razumeti in osnovati računalniške programe oziroma računalnike, ki bi lahko posnemali človeško inteligenco. To pomeni, da bi se lahko učili, posnemali človeško razmišljanje in počeli stvari, ki veljajo za take, da zahtevajo določeno stopnjo inteligence oz. avtonomnega delovanja, v smislu odločanja.

UI je torej tisti robotski podsistem, ki robotom kopenske vojske omogoča (ob uporabi ostalih podsistemov), da del svojih nalog opravijo samostojno. Omogoča jim namreč odločanje, ki je prvotno človeška miselna dejavnost. Res je to odločanje zaenkrat še zelo omejeno, a razvoj na tem področju silovito napreduje.

Z umetno inteligenco so povezani tudi računalniški programi, oz. software, ki so naloženi v robota oziroma v njegov računalnik, ki predstavlja robotove možgane. Ti programi so pravzaprav tisti, ki mu omogočajo, da ob določenih situacijah deluje na primeren način. Več kot ima robot umetne inteligence, bolj so ti programi fleksibilni in mu dopuščajo večjo mero samostojnega delovanja; in obratno, manj kot ima UI, bolj je robot odvisen od vnaprej predpisanih protokolov delovanja.

Robot mora komunicirati z operaterjem, ostalimi roboti in različnimi sistemi. To mu omogoča komunikacijski podsistem oziroma sistem linkov. Večinoma gre za radijsko povezavo in GPS. Operaterji imajo tako vse robote na zaslonu, ob njihovem sodelovanju pa dobijo tudi 3D sliko bojišča, saj jo pošiljajo roboti tako s kopnega, kot iz zraka.

Ker roboti ne morejo biti ves čas priključeni na električno omrežje, potrebujejo baterije, da lahko čim več časa delujejo in opravljajo svoje delo. Ker so *požrešni*, je ta

avtonomija bolj kratke narave, a napredek na tem področju in nove tehnologije omogočajo vedno daljši čas delovanja vozil brez polnjenja baterij.

Kot že rečeno so kopenski roboti v bistvu mobilne platforme na katere se namesti različna oprema, glede na naloge, ki naj bi jih posamezen robot opravljal. Tako imajo nameščene različne inštrumente, robotske roke, in drugačne pripomočke preko katerih operater opravi nalogo, ki bi jo drugače moral sam, z lastnimi rokami.

Če primerjamo tak sistem sistemov s prej omenjenimi vodenimi raketami, vidimo da je res kar nekaj razlik med njima. Kopenski sistemi lahko opravijo več različnih nalog, medtem ko vodene rakete le letijo do cilja. Kopenski roboti so lahko različnih oblik, imajo lahko različne podsisteme za premikanje in opravljanje nalog, medtem ko so vodene rakete večinoma zelo podobne in se *premikajo* le na en način. Vodene rakete tako tudi ne potrebujejo nikakršnih dodatkov, instrumentov, različnih kamer in tipal. Pomembna razlika je tudi ta, da se kopenski roboti po opravljeni nalogi vrnejo nazaj, rakete pa potujejo le v eno smer in s tem opravijo svoje delo.

Kako torej na čim krajši način definirati pojem (ne)bojnega (pol)robot kopenske vojske? Ožja definicija bi lahko bila: (Ne)bojni (pol)robot kopenske vojske je mobilna platforma brez posadke, na katero se za opravljanje različnih vojaških (bojnih in ne-bojnih) nalog namesti različna oprema, njegovo delovanje pa je v določeni meri odvisno od povezave z operaterjem, del svojih nalog pa opravi tudi avtonomno, kar mu omogoča umetna inteligenca.

Ko bo enkrat UI razvita do take mere, da bodo roboti lahko delovali popolnoma samostojno, bo iz definicije odpadla predpona *pol*, saj roboti ne bodo več odvisni od povezave z operaterjem.

Širša definicija pa bi lahko bila: (Ne)bojni (pol)robot kopenske vojske je vsak sistem, ki ga uporablja kopenska vojska in ki je sposoben svoje naloge opraviti (pol)avtonomno, kar mu omogoča umetna inteligenca.

6. KLASIFIKACIJA (NE)BOJNIH (POL) ROBOTOV KOV

Robote kopenske vojske bi lahko razdelili v skupine na podlagi različnih meril. Lahko jih ločimo po velikosti, teži ali po načinu delovanja oz. stopnji avtonomnega delovanja. V skupine jih lahko razdelimo glede na funkcije oziroma naloge, ki jih opravljajo. Lahko pa jih razvrstimo tudi v generacije; odvisno od tega kaj želimo analizirati.

Sam bom vojaške robote najprej razdelil glede na naloge, ki jih opravljajo. Ker je danes veliko različnih robotov, jih bom v skupine razvrstil še glede na velikost in težo. Zaradi pregleda razvoja jih bom nato dal v generacije, za konec pa jih bom klasificiral še na podlagi stopnje avtonomnega delovanja oziroma stopnje umetne inteligence, ki sovпада z generacijami. S tem bom prikazal celovit pregled različnih robotskih sistemov, ki jih uporabljajo najbolj razvite kopenske vojske, njihove uporabe in sposobnosti, ter trend razvoja skozi leta

6.1 Klasifikacija po nalogah

Roboti kopenske vojske so danes zelo razširjeni, kar pomeni, da opravljajo številne različne naloge. S tem delovanjem pa na različne načine pomagajo vojakom opravljati njihovo delo, vsem pa je skupno, da je njihova prvotna naloga zaščititi in obvarovati človeška življenja. Tako roboti opravljajo tista najgrša in najbolj nevarna dela pa tudi take naloge, s katerimi olajšajo delo vojakom. V prihodnosti bo teh nalog zmeraj več; nekatere bi lahko opravljali že danes, saj tehnologija to omogoča.

Ena najbolj nevarnih pa tudi najbolj zahtevnih nalog, s katero se srečujejo pripadniki kopenskih vojska, je delo z (improviziranimi) eksplozivnimi telesi. Uporaba robotov je prav na tem področju najbolj razširjena, saj so tu tudi izjemno uspešni. EOD²² robotov pa je tudi največ v kopenski vojski; v osnovi pa so si vsi zelo podobni. Vsi

²² Kratica EOD izhaja iz Explosives and Ordnance Disposal, kar bi lahko prevedli v delo z eksplozivnimi telesi (pri čemer se misli na odstranjevanje in onesposobljanje le-teh).

delujejo tako, da jih iz varne razdalje upravlja operater, ki preko različnih kamer in tipal, ki jih nosi robot, opazuje okolje in daje ukaze; s pomočjo robotske roke in instrumentov na njej pa eksplozivno napravo onesposobi. Operater tako prek robotske roke opravi delo, ki ga je moral včasih opraviti z lastnimi rokami; na ta način je pod manjšim stresom, lahko je bolj zbran in posledično bolj učinkovit. Z robotsko roko pa lahko tudi premika različne predmete, zaradi njene dolžine, ki znaša tudi do treh metrov, in prilagodljivosti, pa lahko deluje tudi izza vogala²³.

Naloge, ki jih kopenski robotski sistemi množično in uspešno opravljajo, so tudi naloge izvidovanja in opazovanja v nevarnih področjih. Tak primer so jame in podzemni tuneli v Afganistanu in Iraku; prav tu se je uporaba robotov v ta namen najbolj razvila in pokazala za izjemno uspešno. Vojak, ki vstopi v temen in nepoznan prostor, da bi ugotovil kaj je notri, je namreč lahka tarča nasprotnika. Če isto nalogo opravi robotek, ki ga taisti vojak upravlja iz varne razdalje, je smiselnost uporabe prvega očitna.

Ti roboti so v osnovi podobni EOD robotom. Velikokrat gre pravzaprav za isto robotsko platformo, le da je na njej nameščena drugačna oprema, zaradi česar so ti roboti še manjši in še bolj gibljivi. Ti sistemi navadno nimajo robotske roke, poudarek pa je na najrazličnejši opremi za opazovanje, ki nudi operaterju celovit pregled nad okoljem in dogajanjem v njem. Opravljajo pa lahko tudi drugačne naloge, npr. namerjanje tarč in ocenjevanje škode na prizadetih območjih. Tehtajo med 15 in 20 kg, hitrost premikanja pa znaša tudi do 15 km/h, išče pa se še manjše in lažje rešitve.

V zadnjem času vse večjo pozornost dobivajo roboti, ki bi lahko prevzeli nase določen del bojevanja. Roboti, ki lahko delujejo v boju, pa sicer kršijo osnovne zakone robotike, ki jih je postavil Asimov²⁴. A če uporaba takih robotov pomeni večjo varnost za vojake, je kršenje teh zakonov legitimno in pomeni jasno prednost. Že sama logika zahteva, da če hočemo, da je robot uspešen, mu moramo dopustiti dobršno mero samostojnosti; če ga torej želimo uporabljati v boju, mora biti tudi oborožen. Še posebej v današnjem času, ko tehnologija omogoča vse bolj avtonomno delovanje, se pojavlja vprašanje: če lahko, zakaj ne bi? Še vedno je sicer veliko ljudi, ki se bojijo oboroženih

²³ Več o uporabi EOD robotov in izkušnjah z njimi v enem od naslednjih poglavij.

²⁴ Prvi zakon robotike pravi, da robot nikoli ne sme škodovati človeku.

robotov, predvsem v smislu nepredvidljivosti, a v luči manjšanja nevarnosti za ljudi, mislim da bodo tudi taki skeptiki morali popustiti²⁵.

Vsekakor pa je avtonomni bojni robot cilj, ki ga v bistvu sledijo vse raziskave na področju vojaške robotike, saj naj bi omogočil zamenjavo ljudi na bojnem polju z roboti.

Vse do tu predstavljene naloge, ki jih danes opravljajo roboti kopenske vojske, se (lahko) odvijajo tudi v urbanem okolju. Ker je to okolje zelo specifično in predstavlja najbolj kompleksen teren, so roboti idealna rešitev. Izkušnje pa so pokazale, da bi bili zelo uporabni še manjši roboti, kot so EOD roboti in roboti za izvidovanje in bojevanje. Tako so se razvili *throwboti* (throw = vreči). To so roboti žepne velikosti, ki predstavljajo daljinske oči in ušesa za krajše razdalje. ThrowBoti delujejo na zelo podoben način kot njihovi večji bratje, s tem, da so še manjši in še bolj trpežni. Njihova sposobnost je sicer nekoliko omejena, a so za delovanje v urbanem okolju idealni. Uporaba takega robota je sledeča. Pred uporabo se ga napolni, nato pa aktivira in vrže po stopnicah, skozi okno ali po koridorju. Lahko pa se ga tudi katapultira na kakšen višji nivo. Robot se potem premika in izogiba oviram, išče pasti, sovražnikove vojake in eksplozivna sredstva; ves čas pa s kamero snema dogajanje in prenaša živo sliko in zvok.

Zanimiva in zelo dobrodošla možnost delitve dela med vojaki kopenske vojske in roboti je *mula*. MULE je kratica za Multi Utility and Logistics vehicle, kar bi lahko prevedli v Večnamensko vozilo za logistične naloge. Gre za vozilo brez posadke, ki bi v svoji primarni nalogi prevažalo različen tovor, na primer strelivo, orožje in drugo opremo vojakom, s čimer bi jih razbremenila. Obenem pa bi lahko služilo tudi kot komunikacijska postaja za upravljanje več robotov, vključno z brezpilotnimi letali; lahko pa bi delovalo tudi kot *čistilec* min. Ker gre za robotsko vozilo, bi to nalogo seveda opravljalo do neke mere samostojno. Robotsko vozilo bi tako odločilno pripomoglo k učinkovitosti vojakov²⁶, ne bi pa jih zamenjalo.

Že kar dolgo časa se uporablja robote za stražarjenje določenih območij in prostorov, ki so še vedno zelo aktualni. Njihova prednost pred ljudmi je predvsem ta, da

²⁵ Dokler pa taki bojni roboti ne bodo sposobni ločevati med prijateljem in nasprotnikom, se premikati in delovati popolnoma samostojno, pri tem pa tudi delovati po tarčah, bodo še vedno odvisni od povezave z operaterjem, ki preverja potencialne tarče in robotu pošilja ukaze naj strelja ali ne. Robotova naloga pa je, da v primeru, da dobi ukaz za streljanje, v tarčo izstrelji kar največ nabojev.

²⁶ Več o MULE robotskem vozilu v enem od naslednjih poglavij.

se ne utrudijo in da jim ne more upasti koncentracija. Strokovni izraz za take robotske sisteme je Mobile Detection Assessment Response System (MDARS), kar bi lahko prevedli v Sistem za mobilno zaznavanje, ocenjevanje in odgovor na vsiljivce. MDARS robotska vozila naj bi zagotavljala pol-avtomatske, naključne patrulje in nadzorne aktivnosti, vključno z zaznavanjem vsiljivcev in kraj.

Med kopenske robote sodobne generacije bi vsekakor lahko prišteli tudi inteligentna minska polja, ki so sposobna sama zapolniti vrzel, ki nastane, ko kakšna mina eksplodira. Reče se jim tudi samo-zaceljiva minska polja. To so minska polja sestavljena iz robotskih min. Gre za to, da se ob eksploziji nekaterih min, preostale avtomatsko prerazporedijo tako, da je minsko polje zopet enotno, obenem pa jim umetna inteligenca omogoča selektivno in aktivno delovanje²⁷.

Samo-zaceljiva minska polja so del programa IMS (Intelligent munitions system – sistem inteligentne municije), predstavljajo pa integriran sistem efektov (smrtonosnih, nesmrtonosnih, protioklepni, protipehotnih in uničevalnih), programske opreme, senzorjev in komunikacij, ki skrbijo za zaznavanje, klasifikacijo, identifikacijo, sledenje in delovanje po izbranih tarčah (HRW Briefing paper 2005).

V vsakem boju so ranjenci. Za te morajo poskrbeti bolničarji, ki pri tem tvegajo lastno življenje. Kaj pa, če bi ranjence na terenu oskrbel kar robot? Raziskovalci, ki jih sponzorira ameriška vojska, razvijajo ambulantno vozilo brez voznika (REV-Robotic Extraction Vehicle). Ideja je, da bi medicinsko osebje na bojnem polju oskrbelo ranjenca in ga po REV-u poslalo v bolnišnico. REV pa s sabo nosi tudi robota z mehansko roko, ki lahko ranjenega vojaka povleče na varno, če v bližini ni nobenega človeškega vojaka; ponavadi pa sta za to potrebna celo dva vojaka. Idealno bi bilo, če bi se REV sam vozil naokoli, a brez pomoči operaterjev zaenkrat še ne gre. Tako naj bi vozilo zaenkrat še upravljal operater prek konzole ali pa bi se premikal po prej programiranih poteh (Shachtman 2004).

Posebna vrsta vojaških kopenskih robotov, ki se razvijajo, so medicinski roboti. Kakršen je iRobotov Bloodhound.. Tak robot naj bi z avtonomno navigacijo prišel do

²⁷ Na kopnem si vojska želi zamenjati neumna in lena minska polja s pametnimi, ki ne čakajo na nasprotnika, da zapelje na njih. Nasprotno, inteligentna minska polja motrijo okolico, jo skenirajo z različnimi senzorji, podatke pa primerjajo z vprogramiranim seznamom vozil, identificirajo tarče in deluje na njih (Toffler 1993: 138).

ranjenca, zdravniško pomoč pa izvajal s pomočjo zdravnika, ki bi robota upravljal na daljavo. S pomočjo inteligentne uniforme, ki bi zaznala, da je njen lastnik ranjen in o tem obvestila medicinsko ekipo, in GPS sistema, bi Bloodhound dobil lokacijo tega ranjenca in se premaknil do njega. Medtem, ko bi se robot premikal, bi lahko zdravnik oskrbel ostale ranjence ali poslal še druge robote na določene lokacije. Ko bi robot prispel do žrtve, bi zdravnik preko njegovih senzorjev in posebne robotske roke opravil pregled žrtve. Po določitvi poškodbe, bi z uporabo pripomočkov, ki bi bili nameščeni na Bloodhoundu, ranjenca tudi oskrbel. Poleg tega, da bi s pomočjo robotov oskrbovali ranjence, bi se torej zmanjšalo tudi število opreme, ki jo mora drugače s sabo nositi zdravnik (Rojas 2004).

Kopenska vojska pa ne uporablja (ali naj bi kmalu) le kopenskih robotskih sistemov. Vedno večjo vlogo dobivajo tudi brezpilotna letala (UAV – unmanned aerial vehicles), ki že dolgo niso več v domeni le zračnih sil. Manjše verzije takih sistemov tudi kopenski vojski pridejo še kako prav, saj lahko opravijo izvidovanje in opazovanje sovražnika po zraku, s čimer nevarnosti rešijo vojake, ki bi drugače morali to storiti sami. Razlika med brezpilotnimi letalniki in kopenskimi roboti, ki lahko opravljajo isto nalogo, je v tem, da prvi lahko nalogo opravijo na večji razdalji in pri tem dobijo tudi večjo sliko situacije, saj delujejo z višine; avtonomno manevriranje po zraku pa je tudi lažje, kot po kopnem. Vse večje število spopadov nizke intenzivnosti (kot so v Iraku in v Afganistanu), v katerih je sovražnika težko odkriti preden napade, dela mini in mikro kategorijo brezpilotnih letal še bolj zanimivo (Mičić 2006: 21–22).

To se le nekatere od možnih nalog za vojaške robote v kopenski vojski. Medtem, ko se nekatere od teh nalog že uspešno opravljajo, so nekatere temu že zelo blizu; zagotovo pa se bo našla še kopica nalog, ki bi jih nekoč lahko namesto ali v sodelovanju z ljudmi, opravljali robotski sistemi.

6.2 Klasifikacija po velikosti

Robote, ki jih danes uporablja kopenska vojska, in tiste, ki naj bi kmalu prišli v uporabo, bi lahko razdelili po velikosti na velike, srednje, majhne ter mini, makro in nano robote.

Če se nanašam na obstoječe sisteme, bi za velike označil tiste robotske sisteme, ki so tako veliki in težki, da jih posamezniki ne morejo prenašati s sabo, ampak jih morajo peljati, ali pa jim ti sledijo sami, oziroma se jih tovari z večjimi transportnimi sredstvi. Taki robotski sistemi so na primer vozila brez posadke, ki so nastala kot posledica robotizacije že obstoječih vojaških vozil, kot je Stryker²⁸. Sem spada tudi sistem MULE, katerega funkcijo sem predstavil v prejšnjem podpoglavju, ki bo tehtal več kot 1000 kilogramov.

Med srednje spadajo sistemi, ki so manjši in lažji od velikih, še vedno pa jih ne more prenašati le en vojak; lahko pa se jih na želeno mesto dostavi s terenskim vozilom. Tak je na primer sistem Gladiator, ki naj bi ga kmalu začeli uporabljati ameriški marinci za pomoč pri kontroliranju množic. V to kategorijo spadajo tudi roboti stražarji in prihodnja ambulantna robotska vozila ter roboti za prvo pomoč. Ti bodo morali biti tako veliki in težki, da bodo lahko oskrbeli in odpeljali ranjenca z bojišča.

Majhni roboti so roboti namenjeni izvidovanju in opazovanju v nevarnih območjih (urbano okolje, jame, rovi, ruševine) in EOD roboti. Ti so tako majhni, da jih lahko na hrbtu prenaša en sam vojak, ki lahko robota tudi sam pripravi za delovanje in z njim upravlja, saj tehtajo med 20 in 30 kilogramov. Se pa za naloge izvidovanja in opazovanja v nevarnih območjih razvija tudi še manjša in lažja (10-15 kg) vozila, saj se je pokazalo, da bi ta v določenih pogojih imela dodatno prednost. Tudi bojni roboti, ki so pravzaprav enake platforme, le z dodatno (bojno) opremo, spadajo v kategorijo majhnih robotov, saj jih prav tako lahko prenaša le en vojak, čeprav tehtajo okoli 50 kilogramov.

Mini roboti so na primer roboti žepne velikosti, ki jim pravijo tudi *throwboti*, saj jih vojak lahko v nek prostor odvrže kar z eno roko. V isto kategorijo spadajo tudi mini brezpilotna letalca, ki v delovni obliki sicer v premeru dosežejo tudi do 3 metre, a jih v sestavljeni obliki lahko prenaša vojak na hrbtu, tehtajo pa le do 5 kilogramov.

Tehnologija danes omogoča izdelavo robotov mikro in nano²⁹ velikosti. Majhnost pa prinaša številne prednosti. Mikro kopenski roboti in brezpilotna letalca so velikosti

²⁸ Stryker je 18-tonsko vozilo, ki ga ameriška vojska že uporablja v Iraku. Zaenkrat ima še človeškega voznika, a do leta 2010 naj bi se to spremenilo, saj naj bi Strykerja takrat upravljal robot.

²⁹ Mikro = 10^{-6} , nano = 10^{-9} .

insektov in žuželk, kar jim omogoča, da so praktično nevidni oziroma bolje rečeno – neopazni.

Elektro motorček, v velikosti manj kot milimetra, omogoča pogon robota v velikosti mravlje. Tak robot se lahko neopazno prebije praktično v vsak prostor. Energija potrebna za pogon takega motorja, bi lahko prišla že od mikro-mikrofona, ki zvok spremeni v energijo. Ni si težko predstavljati, kaj bi napad množice takih mravelj pomenil za nasprotnikov radar, letalski motor ali računalniški center³⁰ (Toffler 1993: 140).

Velik potencial se skriva tudi v *mikro vohunih*. Senzorji v velikosti poprovega zrna bi bili posejani po sovražnikovem ozemlju ali v bližini meje in bi poslušali, opazovali in vohali za vojaško aktivnostjo. Vsaka naprava bi imela več različnih senzorjev: termalnega, akustičnega, magnetnega (za zaznavanje premikov), kemičnega (za zaznavanje izpuha). Vse te informacije pa bi bile sposobne sporočati v bazo, oziroma v letala, ki bi jih preletela.

Taki roboti pa so ogromni, pravi velikani, v primerjavi z nano-strojčki, ki prihajajo. Če so mikro-strojčki dovolj majhni, da delujejo na individualnih celicah, so nano naprave sposobne delovati na molekularni ravni. Delujejo lahko v krvnem obtoku ljudi in načeloma tudi opravljajo operativne posege na molekularni ravni (Toffler 1993: 141).

Ena večjih prednosti nanorobotov je vsekakor dejstvo, da potrebujejo zelo malo energije. Druga je vzdržljivost, saj bi lahko ostajali operativni več let, desetletij, celo stoletij. Še ena prednost je velika hitrost.

6.3 Klasifikacija po generacijah

Ideja o robotih je že stara in že dolgo buri domišljijo piscev in bralcev znanstvene fantastike. Tudi ideja o vojaških robotih ni nova, temveč so se že sredi 19. stoletja začeli uporabljati nekateri avtomatski sistemi, ki so daljni predniki tega, čemur danes pravimo vojaški robot. Uradno sicer delitev vojaških robotov po generacijah (še) ne obstaja; za

³⁰ Scenarij bi lahko izgledal tako: majhno brezpilotno letalo bi odvrгло več majhnih areobotkov, ki bi prenašali mikrorobote. Pristali bi v bližini tarče in na plano spustili svoj tovor. Mikro roboti bi potem sami napredovali do tarče in v njo, tam pa povzročili uničenje, kratek stik in drugo škodo, ki bi bila potrebna.

potrebe svoje naloge in za prikaz razvoja vojaških robot pa sem sam robote razdelil v štiri generacije. Pri delitvi robotov po generacijah je najbolj pomembna količina umetne inteligence oz. stopnja, do katere so se roboti sposobni prilagajati na spremembe v okolju.

Generacije bi se sicer lahko uvrstilo tudi v časovni okvir, a se mi ne zdi smiselno. V nekem časovnem okvirju, ko se uporablja neka generacija robotov, se namreč že razvija in tudi uporablja že naslednja generacija robotov. Opozoriti velja tudi na dejstvo, da je v vsaki generaciji robotov več; temu botrujeta napredek na tehnološkem področju in količina sredstev namenjena robotom. Z leti in napredkom se je namreč vse bolj zavedalo, kakšne prednosti roboti prinašajo na vojaškem področju, zato se je v njih vedno bolj vlagalo.

Prva generacija vojaških robotov: njihov upravljalni sistem se lahko prilagaja različnim nalogam, po vsaki spremembi programa pa svoje delo opravljajo enakomerno in v točno določenih parametrih. Gre torej za robote / sisteme, ki lahko naenkrat opravljajo samo eno nalogo, na okolje pa se ne morejo kaj dosti prilagajati. Prvi vojaški roboti so bile tako morske mine, ki so avtomatsko delovale po sovražnih ladjah, v pomoč pa so jim bili akustični, hidrodinamični, magnetni in kombinirani nekontaktni vžigalniki. V prvo generacijo štejem tudi prve poskuse UAV, vodenih raket in prve senzorje. Zanimivo je to, da so bili roboti prve generacije pravzaprav sistemi brez operaterja, kar je današnji cilj razvoja robotov. Res pa je, da takrat ni bilo operaterja, ker se robot ni prilagajal na okolje in je le potoval po vnaprej določeni poti do cilja. Danes se želi, da bi robot sam reagiral na spremembe v okolju in tako dosegel svoj cilj.

V prvi generaciji naprav, ki bi jih lahko označili za robote, še ni bilo veliko. V tistem času se je razvoj robotov pravzaprav šele dobro začel. V naslednjih letih in desetletjih so robotskim sistemom posvečali vedno več pozornosti, robotom so namenjali vedno več nalog (tako v teoriji, kot tudi vse bolj v praksi), posledica pa je, seveda, povečano število različnih sistemov.

Druga generacija vojaških robotov: v določeni meri so se sposobni prilagajati okolici, za to pa uporabljajo senzorje. Vodení so preko operaterjev; preko kabla ali radijske povezave. Sem štejem prva kopenska vozila brez posadke, brezpilotna letala, ki

se po opravljeni nalogi vrnejo in ostale robotske sisteme, pri katerih še ni umetne inteligence³¹. Večinoma posamezen robot opravlja le določeno nalogo.

V drugi generaciji se je razvoj kopenskih robotov oziroma kopenskih vozil brez posadke zares začel. Veliko je bilo eksperimentiranja; skušali so razviti vozila do te mere, da bi lahko delovala samostojno, obenem pa so jih preizkušali na terenu in ugotavljali, kaj bi taka vozila še morala imeti, v čem bi jih še morali izpopolnjevati. V samem vojaškem smislu se jih še ni zares uporabljalo, se je pa že nakazovala kakšna bo njihova uporabnost v naslednjih letih, v naslednji generaciji. Kopenski roboti še danes ne morejo delovati popolnoma avtonomno, lahko pa opravljajo veliko različnih nalog, s katerimi nase prevzemajo številne nevarnosti, ki so jih prej morali prestat človeški vojaki. Čeprav se na začetku vojaki in vojaški vodje niso najbolj strinjali z uporabo kopenskih robotskih sistemov³², so morali popustiti, saj so uvideli, da lahko stroji prav tako kvalitetno opravijo nalogo, pri tem pa ni nevarnosti za njih.

Kopenski robotski sistemi so v bistvu zamudili za eno generacijo. Tudi danes je kopenskih robotov, kljub ogromnemu napredku, manj kot letočih. Se pa to razmerje manjša, saj kopenski roboti danes prevzemajo vedno več nalog³³.

Tretja generacija vojaških robotov: to so roboti, ki imajo elemente umetne inteligence, s katero lahko do neke mere odločajo sami. Še vedno so večinoma vodeni preko daljinskih postaj, a jim umetna inteligenca omogoča, da se prilagajajo okolju in delujejo do neke mere samostojno. Opravljajo pa lahko različne naloge. V to generacijo prištevam robote, ki se trenutno uporabljajo oz. so še v fazi razvoja, a naj bi kmalu prešli v uporabo, saj tehnologija to omogoča.

Po Zalivski vojni je razvoj vojaških robotov silovito narasel, napredek na ostalih področjih, ki vplivajo na razvoj in uporabo robotskih sistemov pa je k temu še dodatno

³¹ Prvi kopenski roboti (oziroma kopenska vozila brez posadke) so bili daljinsko vodeni roboti, ki so bili popolnoma odvisni od operaterja. Slednji je moral biti v neposredni bližini vozila in je na ta način videl kako se dejansko obnaša vozilo na terenu. Povezava je bila lahko vzpostavljena zgolj po kablu ali po radijski zvezi.

³² Robo-Spy, prirejeno vozilo za golf s kamero, ki ga je operater upravljal preko kabla, se je izkazalo za uspešnega. Vseeno pa je neke noči nekdo prerezal kabel. Verjetno kakšen marinec, ki se ni strinjal z uporabo robotov na tak način (Shukman 1995: 184).

³³ Razvoj bojnih robotov ni enakomeren. 80 % vseh robotskih sistemov je letočih robotov, nekaj več kot 10% je podvodnih, ostalo pa so kopenski (Fiorenza 2002:34).

pripomogel. Tu gre predvsem za napredek na računalniškem področju, umetni inteligenci, vse manjših komponentah, novih materialih, ergonomiji, optičnih sistemih ter še na kopici drugih področij, ki so bila omenjena v četrtem poglavju. Vojska in druge varnostne ter obveščevalne službe pa so se začele vse bolj zavedati prednosti uporabe robotov pri svojem delu, tako da je bilo sproženih ogromno različnih programov za različne robotske sisteme. Začelo pa se je razmišljati tudi o bojnih robotih, ki bi bili sposobni streljati na tarče, še več – to naj bi bili sposobni opravljati samostojno; torej naj bi sami odločali o tem.

Še vedno so kopenski roboti (ali kopenska vozila brez posadke – angl. UGV – Unmanned Ground Vehicles) večinoma le pol-avtonomni, kar pomeni, da jih upravljajo operaterji, ki so daleč stran, imajo pa ta vozila že toliko umetne inteligence, da določene stvari opravijo tudi sama. Značilno je tudi, da se lahko na posameznega robota namesti različno opremo in tako lahko potem opravlja različne naloge.

Četrta generacija vojaških robotov: pa so / bodo roboti, ki bodo imeli umetno inteligenco na ravni človeka oz. še višjo. Zaenkrat takih robotov še ni; šele z njihovim prihodom pa bo mogoče resno razmišljati o zamenjavi vojakov z robotskimi sistemi.

Da bi nove robote kopenske vojske uvrstili v novo generacijo, bodo morali biti odločilno drugačni od današnjih. Ker po funkcionalnosti in izgledu najbrž ne bo več takih (r)evolucij, bomo za naslednjo generacijo označili robote, ki bodo močno napredovali v stopnji umetne inteligence. Ta se sicer stalno izboljšuje in dodaja v uporabo, a razlike so premajhne, da bi pomenile neko novo generacijo vojaških robotov. Roboti bodo tako postajali vedno *pametnejši*, bolj samostojno bodo prečkali razne terene, opravili več nalog na avtonomen način, a bodo to vse le modifikacije trenutnih sposobnosti robotov. Resnično velika sprememba bo, ko bodo znanstveniki uspeli razviti nadčloveško, super umetno inteligenco.

6.4 Klasifikacija po načinu delovanja oz. po stopnji avtonomnega delovanja

Robote lahko razdelimo v različne skupine tudi glede na način delovanja: lahko ga upravlja operater, deluje avtonomno, (pol)avtonomno, lahko pa tudi deluje samostojno, a se ne prilagaja na okolje. V bistvu gre za ločevanje glede na stopnjo avtonomnega

delovanja, kar v bistvu izraža količino umetne inteligence. Ta pa pravzaprav sovpada z generacijami robotov, saj je v vsaki generaciji te avtonomnosti, ki jo prinaša napredek UI, več.

Roboti z nespremenljivim programom (predrobotska generacija): opravljajo lahko le eno nalogo, ki je vnaprej določena in vprogramirana. Taki roboti ne morejo biti preprogramirani za opravljanje drugačnih nalog pa tudi konfiguracija in oprema jim tega ne dopuščata. Na vojaškem področju ni takih sistemov; to so na primer mehanske roke v proizvodnji.

Programirani roboti (prva generacija robotov): njihov upravljalni sistem se lahko prilagaja različnim nalogam, po vsaki spremembi programa pa svoje delo opravljajo enakomerno in v točno določenih parametrih. Take so bile na primer prve morske mine, ki so bile začetnice vojaške robotike.

Adaptivni roboti (druga generacija robotov): v določeni meri so se sposobni prilagajati okolici, za to pa uporabljajo senzorje. Tako so delovali na primer prvi roboti stražarji, ki so se premikali po točno določeni poti in zaznavali spremembe, težko pa bi rekli, da so že imeli elemente umetne inteligence.

Inteligentni roboti (tretja generacija): to so roboti, ki pa imajo elemente umetne inteligence, s katero lahko do neke mere odločajo sami. Taki so večinoma sodobni vojaški roboti, kot so na primer EOD roboti, ki se lahko na poti do cilja sami izmikajo oviram ali jih premagajo, delo pa vseeno opravijo s pomočjo operaterja. Lahko pa opravljajo še druge naloge, s tem ko se jim zamenja oprema ali programski paket. (Vukobratović 1988: 552–555)

Super-inteligentni roboti (četrt generacija): ti roboti bodo imeli umetno pamet, ki bo mnogo bolj inteligentna od človeške. Tako bodo lahko delovali, in kar je še pomembneje – odločali sami. Taka super-inteligenca pa bo lahko ustvarila še boljše, še hitrejše, še bolj inteligentne umetne možgane. Roboti bodo tako lahko zamenjali človeka v vseh sferah vojaškega delovanja. Vsaj tak je cilj razvoja.

7. ŠTUDIJA PRIMEROV

Danes veliko oboroženih sil razvitih držav v določeni meri uporablja vojaške robotske sisteme, s katerimi želijo zaščititi in razbremeniti lastne vojake. Vseeno pa si nekatere države zaradi večjih proračunov lahko privoščijo več robotov kot ostale. Taki državi sta Izrael in ZDA. Oborožene sile ZDA so tiste, ki v razvoj vojaških robotov največ vlagajo in ki te sisteme tudi najbolj s pridom uporabljajo. Z njimi pa imajo tudi dobre izkušnje. Po drugi strani pa je Izrael pionir na področju vojaške robotike, saj so prvi spoznali, kako lahko roboti rešijo človeška življenja.

9. junija 1982 je namreč dolina Bekaa v Libanonu postala prvo robotsko bojišče. Sirijska vojska je tja skrila devetnajst protiletalskih raketnih sistemov, da bi blokirali izraelske eskadrilje bombnikov. Ruski inštruktorji so sirijske operatorje učili, da naj bodo radarski sistemi izključeni kolikor se le da; vedeli so, da bodo Izraelci iskali radarske emisije in izkoristili te podatke, da bi se izognili napadu raket. Kmalu so se pojavila prva izraelska letala – vsaj Sirijci so tako mislili. Vključili so radarje in začeli z napadom. Niso pa vedeli, da so bila to brezpilotna letala, ki so delovala kot vaba. Ker so bili radarji vključeni, so izraelski specialisti za elektronsko bojevanje ugotovili lokacije raketnih sistemov in nadnje poslali rakete; uničili so vseh 19 baterij, nobeno izraelsko življenje pa ni bilo v nevarnosti³⁴ (Shukman 1995: 182).

Čeprav ni šlo za kopenske sisteme, je ta dogodek zagotovo pomembno vplival tudi na kasnejši razvoj in današnjo vse bolj pogosto uporabo kopenskih robotov. Kot rečeno pa teh največ uporabljajo oborožene sile ZDA. Večina kopenskih robotskih sistemov v ZDA nastaja znotraj programa FCS (Future Combat Systems), ki so ga utemeljili kot izbor 18+1+1 oziroma 18 novih bojnih sistemov, 1 nov informacijski sistem in 1 vojak. Program FCS tako predvideva, da bi tako rekoč ves današnji arzenal (tanke, oklepne transporterje, radijske postaje, vojaške uniforme,...) preprosto odložili na

³⁴ Leto kasneje, ko so bile postavljene nove protiletalske baterije, je mornarica ameriške vojske izvedla izvidniško misijo. Ta je vključevala veliko število letal – a nobenega robota. V primerjavi z Izraelci, je bila to katastrofa, saj sta bili zadeti dve letali F-14; en pilot je umrl, eden pa je bil ujet (Shukman 1995: 183).

odpad. Nadomestili³⁵ bi jih z 20 novimi enotnimi sistemi, ki bodo opravljali posel, kakršnega zdaj opravlja več sto komponent vojaške tehnike. Program »Bojni sistemi prihodnosti« bo stal približno 200 milijard dolarjev, vanj je vključenih več kot 14.000 znanstvenikov in raziskovalcev iz 18 največjih ameriških družb, nove tehnologije pa bodo presegle tiste, ki so nastale kot posledica odprave na Luno.

7.1 EOD roboti

Uporaba kopenskih robotov je najbolj razširjena na področju dela z (improviziranimi) eksplozivnimi telesi, kjer so tudi izjemno uspešni; ti roboti pa tudi ne kršijo robotskih zakonov³⁶, zato niso moralno sporni. Ameriška vojska je zadnja leta testirala pet majhnih robotov za razminiranje bomb v Iraku in pri tem izbrala dva. Prvi robot, ki ga je izbrala, temelji na platformi PackBot³⁷, drugi pa na Talonu (Kucera 2004: 5).

³⁵ Ameriška vojska izkorišča trenutne boje za implementacijo novih bojnih sistemov. Bojevanje povzroča izgubo in obrabo opreme; nova oprema pa je že pogosto FCS razreda. Veliko idej za bojne sisteme prihodnosti se tudi testira v trenutnih operacijah. To v bistvu ni nič novega, saj je v navadi, da se v vojnah preizkuša nove stvari. Ameriška vojska je že pred 11.9.2001 preizkušala osnovne ideje programa FCS (na primer brezpilotna letala), današnja uporaba pa le omogoča odkrivanje in odpravljanje morebitnih napak in pomanjkljivosti (Dunnigan 2005).

³⁶ »Robot ne sme ljudem storiti nič žalega ali dopustiti, da se človeku kaj zgodi; Robot mora ubogati ukaze ljudi, razen če ti nasprotujejo prvemu zakonu; Robot mora varovati lastni obstoj, dokler je to v skladu s prvim in drugim zakonom.« (Asimov 1988: 14)

³⁷ PackBot podjetja iRobot je pravzaprav robotska platforma, na katero se da namestiti različno opremo in glede na to opremo robot opravlja različne naloge. Ne glede na verzijo pa je vsem PackBotom skupna njihova inteligenca. Vsi imajo vgrajene mnogovrstne senzorje ter GPS sistem, elektronski kompas in senzorje za temperaturo, s katerimi so v stiku z okoljem. Vsaka enota pa je opremljena še z Ethernetom, USB priključkom, video in avdio napravami ter infrardečo kamero. Glede na naloge se enostavno pritrdi še dodatna oprema, ki omogoča opravljanje zares veliko raznovrstnih nalog. Poleg tega pa robot še sam skrbi za nadzor nad napajanjem, saj redno kontrolira baterijo in tako zagotavlja dolgo delovanje. Impresivna je tudi PackBotova zmožnost preživetja, saj brez večjih težav preživi padec na trdo podlago z višine dveh metrov; na primer če se ga vrže v stavbo skozi okno, če se skotali po stopnicah ali pa se ga dostavi iz helikopterja in tako pade na tla z nižje višine. Preživi pa tudi potopitev v vodo do dveh metrov globine. PackBot svojo neverjetno sposobnost premikanja po zelo različnem terenu doseže s pomočjo patentiranih »plavutk«, ki se lahko obračajo za 360 stopinj in robotu tako omogočajo napredovanje po stopnicah, preko robnikov in ostalih ovir, kot so skale, grušč, kamenje in razbitine ter vrste ostalih ovir. Operatorji teh robotov uporabljajo brezžični upravljalce, s katerim premikajo robota in upravljajo z njegovo opremo. Pogled, ki ga dajejo kamere, se projicira na poseben ekran, ki je pritrjen na čelado vojaka, ki upravlja z robotom. Zaradi infrardeče kamere, ki jo ima PackBot nameščeno, je možno njegovo delovanje tudi v popolni temi (GlobalSecurity 2007b). PackBota je ameriška vojska prvič uporabila v Afganistanu,

PackBot EOD (Explosives and Ordnance Disposal) tehta le 24 kilogramov, njegova vsestranska oprema pa je namenjena delu z eksplozivnimi telesi (odstranjevanju le-teh). EOD-a se hitro in preprosto dostavi na želeno področje in pripravi za izvajanje nalog. Po terenu se lahko premika s hitrostjo do 5,5 km/h in se prebije do stavb, tunelov, jarkov, kanalov, prehodov in ostalih področij, do katerih večja vozila ne morejo. Ko prispe na določeno mesto pa lahko opravlja tudi druge naloge, ne samo tistih, ki se tičejo odstranjevanja eksplozivnih naprav; lahko na primer tudi izviduje (iRobot 2007a).

Slika 7.1.1: PackBot EOD



vir: iRobot 2007a

EOD-ova roka lahko seže do dveh metrov v katerokoli smer in tako z varne razdalje onemogoči improvizirane eksplozivne naprave, mine in druge nevarne naprave, tudi če se nahajajo na težko dostopnih mestih. S to zelo močno roko tako lahko opravlja veliko različnih nalog, ki jih drugi roboti ne morejo.

Robot ponuja večnamensko prilagodljivost, saj njegova platforma omogoča namestitve zelo različne opreme; od avdio/video ter kemično-bioloških senzorjev do detektorjev min in radarja, ki prodre tudi v zemljo. Ekipe za odstranjevanje eksplozivov lahko hitro in enostavno prilagajajo to opremo in določajo stopnjo človeške kontrole nad robotom, da bi dosegli potrebe posameznih misij. PackBotov izredno nizek profil pa

uporabljajo pa ga tudi v Iraku, ter so z njim zelo zadovoljni. Gre za majhnega in lahkega robota, ki ga lahko vojak nosi na hrbtu, ga hitro in enostavno pripravi za uporabo pa tudi samo upravljanje s PackBotom je preprosto. Trening za upravljanje s PackBotom traja samo 15 dni. Njegova cena se giblje okoli 100 tisoč ameriških dolarjev – odvisno od opreme, na terenu pa jih je že več kot 1200. PackBot je del programa Bojnih sistemov prihodnosti, čeprav je bil prvotno razvit v okviru programa Taktičnih mobilnih robotov (Tactical Mobile Robotics program), ki ga je sponzorirala ameriška agencija DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) (Army-technology 2004).

EOD-u omogoča tudi učinkovito delovanje pod vozili ali v tunelih in jarkih. PackBot EOD lahko ne-eksplodirano eksplozivno napravo onesposobi tudi tako, da z robotsko roko nanjo položi C4 eksploziv; med samo detonacijo pa se vozilo postavi tako, da nase prevzame škodo, ki bi jo drugače utrpel človek (DID 2005).

30. januarja 2007 je iRobot dobil 16,58 milijonov ameriških dolarjev za dostavo več kot 100 robotov PackBot EOD 500³⁸, ki bi odkrivali eksplozivna telesa. Ti modeli so opremljeni s posebnim dodatkom, imenovanim Fido. Gre za zbir senzorjev, s katerimi robot »zavoha« bombе na 7 metrov, s čimer vojakom v Iraku pomaga iskati improvizirana eksplozivna telesa. Fido namreč zaznava hlape, ki izhajajo iz improviziranih eksplozivnih naprav (Stevens 2007).

Robotski sistemi, podobni Packbotu, spadajo v skupino **MTRS robotov** (Man Portable Robotic System – v prevodu Prenosni robotski sistemi)³⁹. Tak robotski sistem je sestavljen iz robotskega vozila in kontrolne postaje, oboje pa lahko sam prenaša en vojak. MTRS roboti se proizvajajo po pogodbah, ki ne določajo končne kvantitete, ne kvalitete teh robotov. Junija 2005 je ameriška vojska skupaj naročila 960 sistemov: pehota 461, marinci 205, mornarica 154 in letalstvo 140. So se pa te številke močno dvignile, saj so že septembra istega leta naročila dosegla številko 2400 enot; 1200 vsakega tipa (DID 2005).

V primerjavi s človeškimi življenji so opisani roboti seveda poceni – še vedno pa relativno veliko stanejo. Ameriški vojaki tako za uničevanje in odkrivanje eksplozivnih teles uporabljajo tudi cenejše metode, kot so igrače – avtomobilčki na daljinsko upravljanje. Če naletijo na neznan predmet na cesti, nadenj pošljejo radijsko voden avtomobilček, ki se zaleti v predmet. Če se le-ta premakne, je prelahak da bi bil bomba, torej se mu lahko približajo. Če pa je težek, pokličejo EOD robota. Posebne enote za

³⁸ Od aprila naprej pa je na voljo verzija tudi 510, ki so jo izdelali na podlagi večletnih izkušenj, nabranih v letih uporabe. PackBot 510 EOD je za 30 odstotkov hitrejši, lahko vleče težje predmete, dvigne dvakratno svojo težo in ima trikrat močnejši oprijem od predhodnika. Novega robota se upravlja s povsem novo konzolo, ki je zelo podobna upravljalnikom za igranje igrice, kar omogoča hitrejšo urjenje in še lažjo in hitrejšo uporabo. Poleg tega pa je dobil še novo tehnologijo za premikanje po grobem terenu (Defense update 2007b).

³⁹ Sem spadajo na primer tudi britanski roboti Bison, Groundhogg in najnovejši Cutlass, ki so nadomestili zastarelega Wheelbarrowa, ki so ga začeli uporabljati že v 70ih letih ob incidenti v Severni Irski (Leskovšek 2007: 6). Večina vojaško razvitih držav razvija lastne robote za delo z eksplozivnimi telesi.

ravnanje z eksplozivnimi telesi sicer imajo robote vedno na razpolago, ostali pa ne. Zato ostajajo opisane igrčke⁴⁰ še vedno preprosta rešitev.

7.2 Roboti za izvidovanje in opazovanje

Ena od najbolj nevarnih nalog, ki jih opravlja kopenska vojska, je izvidovanje v nevarnih območjih. Tak primer so jame in podzemni tuneli v Afganistanu in Iraku ter urbana okolja, v katere se vse bolj seli boj; prav tu se je uporaba robotov v ta namen najbolj razvila in pokazala za izjemno uspešno. Vojak, ki vstopi v temen in nepoznan prostor, da bi ugotovil kaj je notri, je namreč lahka tarča nasprotnika. Če isto nalogo opravi robotek, ki ga taisti vojak upravlja iz varne razdalje, je smiselnost uporabe prvega očitna.

Pri takih nalogah so se izjemno izkazali robotski sistemi podobni EOD sistemom iz prejšnjega poglavja, le z manj opreme. Če ponazorim na primeru PackBota⁴¹: na platformo se enostavno namesti drugačna oprema in vozilo je pripravljeno za nove naloge. Roboti za izvidovanje so opremljeni z najrazličnejšo opremo za opazovanje – dnevne in nočne kamere, infrardeče kamere, toplotni senzorji; vse skupaj pa je nameščeno tako, da ima vozilo čim manjšo silhueto in je čim bolj gibljivo. Obstajata pa dve verziji PackBota, ki opravljata podobne naloge – Scout in Explorer. Prvi je najbolj surova in robustna verzija in predstavlja standard za lahka kopenska vozila brez posadke namenjena izvidništvu in taktičnemu bojevanju. Namenjen je delovanju v najtežje dostopnih in najbolj nevarnih prostorih, kot so jame, porušene stavbe, rovi⁴². PackBot Scout tehta le

⁴⁰ Podobni avtomobilčkom – igrčkam so tudi **mini MTRS** roboti. To so majhne robotske platforme namenjene izključno pregledovanju sumljivih predmetov, ki bi lahko bili improvizirana eksplozivna telesa (IED-improvised explosive device). Njihova naloga je, da prek njih vojaki ugotavljajo status neznanih predmetov; nikakor pa niso narejeni zato, da bi se kakorkoli fizično dotikali, udarjali, modificirali morebitna eksplozivna telesa ali jih poskušali onesposobljati (IED Robot 2007).

⁴¹ PackBota so prvič uporabili po 11.9.2001, v Afganistanu pri iskanju Talibanov v podzemnih rovih (Physorg 2006).

⁴² V vojnah v Afganistanu in v Iraku, se je pokazalo, da je Scout idealen za raziskovanje nevarnih in nedostopnih področij, saj vojakom priskrbi varen »prvi pogled«, na podlagi katerega se odločijo, kako delovati; vidijo pa tudi, kaj lahko pričakujejo.

18 kilogramov in je visok le 20 centimetrov. Ker ne nosi nobene posebne opreme, se ga lahko hitro pripravi za delovanje, ko pa enkrat začne svoje delo, lahko s hitrostjo do 14 km/h brez večjih težav prečka težko prehoden teren (iRobot 2007b).

Slika 7.2.1: PackBot Scout



Vir: iRobot 2007b

Malenkost večji Explorer ima prilagodljivo in vrtljivo kamero, ki se lahko dvigne nad robota in tako ponuja operaterjem možnost opazovanja preko ovir in s tem nudi večjo perspektivo opazovanja kot verzija Scout. S tem, ko v realnem času pošilja video, audio in senzorske zapise, omogoča vojakom, da ostanejo v varni razdalji in so tako varni pred različnimi pastmi, minami, skritimi orožji in nasprotnikovimi vojaki. Explorer je zelo uporaben tudi pri izvajanju namerjanja tarč in ocenjevanje škode na nevarnih in nedostopnih področjih. Tako kot Scout tudi Explorer vstopi v nevarno področje pred vojaki in deluje kot poveljnikove daljinske »oči in ušesa«. S tem se znatno zmanjša nevarnost za vojake (iRobot 2007c).

Čeprav so ti roboti zelo uspešni, se včasih vseeno izkaže, da bi bilo bolje če bi bili še manjši. Veliko napora, znanja in sredstev (51 mio. \$) se tako v zadnjem času namenja za razvoj majhnih kopenskih vozil brez posadke (Small Unmanned Ground Vehicles – SUGV), ki bodo leta 2008 zamenjali svoje večje brate. SUGV bodo prav tako zaznavali prisotnost kemijskega in biološkega orožja, identificirali tarče za artilerijo in pehoto, brskali za skritimi ostrostrelci v urbanih področjih, opazovali za nevarnostmi..⁴³ Zaradi

⁴³ Čeprav bi lahko SUGVje uporabili tudi za streljanje na človeške tarče, se iRobot primarno osredotoča na njihovo napredno izvidovanje, saj nočejo »da bi človeški vojaki ostali brez dela«; pa tudi nevarnost, da bi robot ubil nedolžnega civilista e zaenkrat še prevelika. Vseeno pa Raytheon razvija take sisteme za SUGV.

svoje majhnosti pa jih bodo vojaki še lažje prenašali v nahrbtnikih in še hitreje pripravili za uporabo.

Slika 7.2.2: Primerjava velikosti med PackBotom in SUGV robotom



Vir: iRobot 2007d

7.3 Bojni roboti

Poglavitni cilj razvoja vojaških robotov je sistem, ki bi lahko deloval tudi v samem boju in s tem nekoč morda celo zamenjal ljudi pri tem najbolj nevarnem delu. Kopenska vojska ZDA tako v Iraku pospešeno preizkuša robote oziroma specialne oborožitvene opazovalno-izvidniške sisteme (**SWORDS** – Special Weapons Observation Reconnaissance Detection System), ki so namenjeni predvsem podpori patroljnih nalog pehotnih enot na izrazito sovražnih območjih⁴⁴. Sistem temelji na Foster-Millerjev robotu Talon⁴⁵, ki so ga enote ameriških oboroženih sil uspešno uporabljale že v Afganistanu, pa

Predsednik podjetja iRobot, Colin Angle, je ob tem dejal: »robotov ne razvijamo zato, da bi prodajali rože« (Baard 2004).

⁴⁴ Prvih 18 robotov je začelo v Iraku delovati spomladi 2005.

⁴⁵ Foster-Millerjeva robotska platforma TALON je močno, vzdržljivo in lahko robotsko vozilo brez posadke, ki lahko opravlja naloge izvidovanja, komuniciranja, zaznavanja, varovanja, obrambe in reševanja. Roboti TALON imajo sposobnost delovanja v vseh vremenskih razmerah, podnevi in ponoči; ob amfibijskih sposobnostih pa lahko delujejo na praktično vseh vrstah terenov (Army technology 2007). Glavne značilnosti TALON-a so: prenosnost - ker ima manj kot 45 kg, se ga z lahkoto prenaša in v trenutku pripravi za uporabo; robatost - TALON lahko prejme močan udarec, a vseeno nadaljuje delo; je eden najhitrejših robotov (1,8m/s); ima najboljše razmerje med nosilnostjo in lastno težo; premaguje lahko ovire kot so stopnice, skale, kamni, sneg in bodeča žica; nosi lahko do sedem kamer, vključno z nočno; ima

tudi v Iraku, za nevtraliziranje improviziranih eksplozivnih teles in neeksplozivnih ubojnih sredstev.

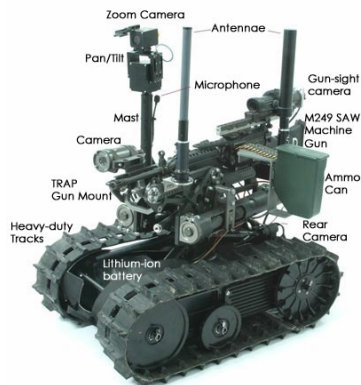
Gre za prve *robote-vojake*, ki lahko odločijo o nadaljnji prihodnosti uporabe robotov v bojne namene. Goseničarje poganja paket baterij, ki jim omogoča šesturno delovanje in najvišjo hitrost okoli 7 km/h. Opcijsko so oboroženi, kar je odvisno predvsem od naloge, z lahkim puškomitraljezom M249, ki lahko v minuti izstreli 750 nabojev kalibra 5,56 mm, puškomitraljezom M240 kalibra 7,26 mm, ki v minuti izstreli 1.000 nabojev ali pa ostrostrelno puško M107 kalibra .50. Za usmerjanje⁴⁶ robotov se uporablja radijsko daljinsko vodenje prek delno modificirane postaje za vodenje robotov Talon, pri čemer mora med robotom in vojakom, ki ga vodi, obstajati vidna povezava (v naseljih do 800 metrov, izven naselij v bolj odprtem prostoru pa do 1000 metrov). Zaradi uporabe nočnogledov je robote možno uporabljati⁴⁷ tudi ponoči in ob zmanjšani vidljivosti (Obramba 2005: 11).

izjemno vzdržljivo baterijo; ima pa tudi senzorje za odkrivanje prisotnosti plinov in radiacije (Foster-Miller 2007).

⁴⁶ Roboti, ki nosijo pomenljivo ime (sword = meč), ne delujejo popolnoma samodejno, ampak so povezani z vojakom-operaterjem, ki preverja potencialne tarče in robotu pošilja ukaze naj strelja ali ne. Robotova naloga pa je, da v primeru, da dobi ukaz za streljanje, v tarčo izstreli kar največ nabojev (K.L. 2006).

⁴⁷ Ker morajo biti SWORDS čim manjši in čim lažji, ne morejo imeti močne oklepne zaščite, zato jih je treba na vsak način skriti pred očmi nasprotnika, ki lahko robota onesposobi že samo z osebnim orožjem. Če pa že pride do uničenja bojnega robota, je to vsekakor bolje, kot da umre ali je ranjen vojak. Če se bodo roboti izkazali za dolgoročno uspešne, bodo opravljali še eno nalogo – vojskam bodo pomagali pri PR odnosih z javnostjo; če bodo žrtve le na strani tehnologije, bodo vojaški in politični voditelji lažje upravičevali vojne. Njihova uspešnost lahko namreč prinese poleg manjšega števila žrtev še nižje stroške za medicinsko oskrbo in rehabilitacijo ranjencev, dolgoročno pa tudi manj sredstev za plače in pokojnine vojakov, ki bi jih lahko roboti nadomeščali (Crane 2007).

Slika 7.3.1: Robot SWORDS



Vir: Foster-Miller 2007

Ameriške oborožene sile v razvoj robotskih sistemov vlagajo največ sredstev, kar ne čudi, saj imajo tudi daleč največji proračun med vsemi razviti državami. Vseeno pa tudi ostale države razvijajo različne robotske sisteme. Samo zato ker so SWORDS prvi roboti namenjeni uporabi v boju, še ne pomeni, da so tudi edini. Eden najnovejših takih robotov prihaja iz Izraela.

VIPeR je izdelek podjetja Elbit Systems, kratica pa pomeni Versatile, Intelligent, Portable Robot – v prevodu Vsestranski, Inteligenten, Prenosen robot. VIPeR je bil razvit v programu Prenosnih kopenskih vozil brez posadke, za potrebe izraelskih obrambnih sil. Prenosen, lahek robot je upravljan s strani enega operaterja in narejen tako, da se zna izogniti oviram, tipičnim za urbano okolje – lahko pleza po stopnicah in grušču, medtem ko izvaja nadzorne, izvidniške in podporne naloge v podporo vojakom v urbanih bojnih misijah. Vozilo uporablja patentirano *Galileo kolo (Galileo wheel)*, ki mu omogoča premikanje v vse smeri in preko ovir. VIPeR-jeva primarna naloga je zmanjševanje nevarnosti vojakom med različnimi fazami bojevanja; v ta namen se ga lahko opremi z različnimi konfiguracijami, ki vključujejo orožje (9mm mini-Uzi ali metalec granat), različne senzorje in ostala orodja (*vohljač* za eksplozivom, kamera, robotska roka). Robot tehta 11, 4 kg, njegove mere pa so 46 x 46 x 23cm. Voden je preko daljinske povezave, operater pa ima zaslon nameščen na čeladi (Helmet mounted display) (Defense update 2007a).

7.4 Večja robotska vozila

V uporabo pa naj bi kmalu prišla tudi večja bojna kopenska vozila brez posadke, ki bi prvotno predvsem skrbela za zaščito konvojev, kasneje pa bi lahko prevzela še drugačne naloge. Eno takih vozil bi lahko bil **Stryker**⁴⁸.

Testiranja različice kolesnega oklepnega vozila Stryker brez posadke potekajo že od leta 2003. Gre za napreden tehnološki demonstrator, ki naj bi se po zmogljivostih čim bolj približal sodobnim robotskim sistemom oziroma daljinsko vodenim vozilom. V razvijanju robotizirane različice Strykerja sodelujejo raziskovalni center ameriških oboroženih sil, korporacija General Dynamics, skupina za vgrajevanje robotskih tehnologij in več manjših specializiranih podjetij. Cilj projekta je razviti sodobno robotizirano vozilo brez posadke, namenjeno predvsem za večjo zaščito konvojev. Po zamisli vodje projekta bi bilo v konvoju vozil le eno s posadko in to bi bilo opremljeno tudi s postajo za nadzor vseh drugih vozil, ki pa bi bila brez posadke. Za zdaj je pomanjkljivost to, da bi moralo vozilo s posadko voziti na začetku konvoja in bi bilo preveč izpostavljeno morebitnim napadom, vendar strokovnjaki že ponujajo rešitev problema. Če jim bo uspelo, bo vozilo s posadko lahko kjer koli v konvoju, saj se vozila po zunanosti ne bodo veliko razlikovala in tako bodo morebitni napadalci morali delovati po vseh, če bodo želeli uničiti tudi vozilo s posadko (Obramba 2006: 12).

Do leta 2010 naj bi podobna vozila opravljala bojne naloge, nadzorovala bojišča, iskala mine ter transportirala zaloge in vojake na bojne črte (Piquepaille 2004).

7.5 Roboti stražarji

Razvite oborožene sile uporabljajo kopenska vozila brez posadke tudi za stražarjenje, saj je potreba po robotskih stražarskih vozilih očitna, še posebej v času, ko so človeški resursi omejeni. Morajo pa MDARS (Mobile Detection Assessment Response

⁴⁸ Stryker je 18-tonsko vozilo, ki ga ameriška vojska že uporablja v Iraku. Zaenkrat ima še človeškega voznika, a do leta 2010 naj bi se to spremenilo, saj naj bi Strykerja takrat upravljal robot.

System) roboti premostiti še nekatere težave, preden bi lahko resnično zamenjali ljudi⁴⁹ pri tem delu. Sistem je zaenkrat sposoben delovanja v napol statičnem okolju tako notri kot na zunanjem terenu. Njegovi premiki pa so omejeni na pred-definirane poti; da pride iz ene točke do druge, se mora vozilo premikati vzdolž vnaprej definiranih točk, kar zelo upočasni njegovo delovanje. Da bi bilo resnično avtonomno, bi moralo biti vozilo sposobno premikanja po terenu v vseh smereh na katerikoli točki; ne bi smelo biti odvisno od sledenja elektronskih točk. Hvalevredno je osvoboditi osebje takega dela in jim naložiti kakšno bolj pomembno nalogo, a MDARS ne bi smel prevzeti samostojnega delovanja, dokler za to ni resnično pripravljen. Patuljiranje po praznih hodnikih in štetje škatel nabojev res ni zanimivo, a je zelo potrebno delo, ki mora biti narejeno s popolno zanesljivostjo (Daniel 2004).

7.6 Mini / mikro UAV

Izjemno uporabnost in koristnost v zadnjih letih kažejo tudi majhna brezpilotna letala – mini / mikro UAV. Te pomanjšane verzije večjih sistemov omogočajo kopenski vojski možnost izvidovanja in nadzorovanja več področij v realnem času, v bojnih operacijah pa odkrivanje sovražnikovih položajev in premikov; njihovi podatki pa so tudi dopolnilo tistim, ki jih zberejo večja brezpilotna letala oziroma sateliti.

Tudi pri UAV robotskih sistemih se išče rešitve za čim bolj avtonomno delovanje. Samostojen let, avtomatsko vzletanje in pristajanje in letenje po točno določeni poti, so nemogoči brez inteligentnih avtopilotov. Prav temu se posveča največ sredstev in časa. Obstaja pa veliko različnih UAV sistemov, vsi pa delujejo na podoben način, namenjeni pa so tudi podobnim nalogam. Cilj je nevarne naloge izvidovanja v nevarnih področjih odrešiti ljudi in nalogo zaupati robotom. Ker delujejo iz zraka, so UAV nekako bolj primerni za to, kot vozila brez posadke, ki pa so bolj primerna za drugačen teren. Eno od

⁴⁹ MDARS robotska vozila naj bi zagotavljala pol-avtomatske, naključne patrulje in nadzorne aktivnosti, vključno z zaznavanjem vsiljivcev in kraj. MDARS je sicer skupen projekt kopenske vojske in mornarice pri razvoju avtomatskega zaznavanja vsiljivcev v okolici skladišč in shramb. MDARS roboti naj bi zaznavali vsiljivce, nenavadne pogoje (oganj, poplava) ter določali stanje inventarja z uporabo posebnih infrardečih oznak (Spawar 2003).

področij, za katerega se UAV še ni uporabljalo, je odkrivanje bioloških in kemijskih strupov, čeprav bi prav v teh nalogah najbolj reševala življenja. Še posebno bi to nalogo lahko uspešno opravljala majhna letala, ki se lansirajo iz rok – na popolnoma varen način bi namreč preverila določeno področje, preden bi vanj vstopili vojaki. Vse večje število spopadov nizke intenzivnosti (kot so v Iraku in v Afganistanu), v katerih je sovražnika težko odkriti preden napade, pa dela mini in mikro kategorijo brezpilotnih letal še bolj zanimivo.

7.7 MULE

Od sistemov, ki naj bi zelo kmalu prišli v uporabo, se največ upov polaga v Večnamenska vozila za logistične naloge – MULE (Multi Utility and Logistics vehicle). Gre za vozilo brez posadke, ki bi v svoji primarni nalogi prevažalo različen tovor, na primer strelivo, orožje in drugo opremo vojakom, s čimer bi jih razbremenilo. Ker gre za robotsko vozilo, bi to nalogo seveda opravljalo do neke mere samostojno. Robotsko vozilo bi tako odločilno pripomoglo, ne zamenjalo, k učinkovitosti vojakov.

Obstaja več idej, kakšno naj bi to vozilo bilo, znotraj FCS programa pa se razvija vozilo v katerega bi vgradili tridimenzionalne vizualne in akustične senzorje in ostalo opremo, s katero bi dobili »vozilo-spremljevalca«. Tak robot naj bi avtonomno sledil smeri, ki so jo vojaki pred njim že opravili in označili, služil pa naj bi kot transportno sredstvo. MULE, ki naj bi tehtal okoli 1 tone, bo lahko prenašal tovor do 40% lastne mase, prevažal pa bi vse, kar je za vojaško operacijo nujno potrebno in kar ne spada v vojakovo osebno oborožitev, vojake pa bo tudi oskrboval z vodo, ki jo bo tudi prečiščeval. Na robotu MULE se bo lahko tudi polnilo vse vrste baterij, ena izmed zelo pomembnih nalog pa bo tudi prevoz ranjenih vojakov v boju. Lahko bi bil tudi oborožen, da bi lahko pomagal pehoti v primeru napada. MULE je opremljen tudi z infrardečimi, toplotnimi, kemičnimi in biološkimi senzorji. Za hitrejše in avtomatsko natovarjanje in raztovarjanje se lahko na vozilo namesti tudi močna robotska roka. Mobilna platforma vozila omogoča, da se vozilo lahko povzpne 1,5 metra visoko, prav tako lahko prečka 1,5 metra veliko razpoko na terenu in 0,5 metrov visoke ovire, vozi v 40% klanec, v vodi pa se lahko spusti 1,25 metrov globoko. Avtonomni navigacijski sistem (ANS) pa mu zagotavlja pol-

avtonomne sposobnosti premikanja po terenu. Ker lahko komunicira z ostalimi robotskimi sistemi – med njimi tudi z brezpilotnimi letali – lahko od njima dobiva potrebne informacije in prikazuje 360-stopinjsko sliko bojnega polja⁵⁰. MULE se lahko uporablja tudi za razminiranje, kar mu omogoča dodatek GSTAMID (Ground Standoff Mine Detection System) (GlobalSecurity 2007a).

Čeprav se na prvi pogled zdi, da roboti ne opravljajo tako veliko nalog, je njihov doprinos odločilen. Zavedati se moramo, da roboti niso prav dolgo prisotni na bojiščih – še posebno ne kopenski. Razvoj in uporaba sta torej strahovito poskočila; niti slučajno pa se (še) ne mislita ustaviti, saj so dosedanje izkušnje z uporabljenimi sistemi izjemno pozitivne in vzpodbudne. Roboti naj bi v prihodnosti pomagali in si delili delo z vojniki tudi na drugih področjih (na primer oskrbovanje ranjencev, kirurgija, ezgoskeletoni, inteligentna minska polja, brezpilotni helikopterji,...); pravzaprav naj bi dolgoročno na vseh področjih vojaškega delovanja ljudi dejansko zamenjali. To bi pomenilo pomembne spremembe v sami opremljenosti oboroženih sil, njihovem organiziranju, šolanju kadrov, naravi delovanja; vplivalo bi tudi na doktrine in strategije (tako superiornih kot inferiornih strani) ter na pravo oboroženih spopadov.

8. MOŽNI VPLIVI ROBOTOV KOV

Uporaba vojaških robotov prinaša spremembe na celotnem področju delovanja kopenske vojske, saj vpliva na izvajanje nalog, na organiziranost oboroženih sil, na urjenje in usposabljanje; roboti pa lahko vplivajo tudi na doktrine bojevanja pa tudi na humanitarno in vojno pravo ter pravo oboroženih spopadov bi lahko vplivali.

⁵⁰ Se pa za opravljanje podobnih nalog razvijajo tudi preprostejše rešitve. Oktobra 2004 sta iRobot in John Deere predstavila vojaško vozilo **R-Gator**; inteligentno kopensko vozilo brez posadke, ki uporablja najnovejšo tehnologijo, s katero lahko opravlja nevarne in zahtevne naloge. R-Gator oziroma Robotic Gator združuje platformo M-Gatorja (preizkušenega vojaškega vozila) in robotsko tehnologijo, vključno z navigacijo in sistemom za premagovanje ovir. R-Gator je tako večnamensko vozilo za opravljanje različnih nevarnih nalog: lahko je izvidnik, namerilnik tarč, stražar, nosilec opreme/orožja/oskrbe in še več – tako za pehoto, kot marince in pilote (Gizmag 2004).

8.1 Vpliv robotov na kadre KoV

Roboti bodo vsekakor najbolj vplivali na kadre v kopenski vojski. Cilj razvoja vojaških robotov je v svojem bistvu prav zamenjava ljudi na bojnem polju in pri drugih nevarnih, težkih nalogah. Kopenska vojska pa ima verjetno najtežje delo, saj se z nasprotnikom bojuje praktično iz oči v oči.

Danes se tehnologijo vse bolj vidi ne kot podaljšek bojevnika, ampak kot njegovo zamenjavo. Tehnologija je postala gonilna sila sodobne vojne. Človeška bitja niso več merilo vojne; namesto tega stroji grozijo, da bodo vojake naredili odvečne in predčasno častno upokojene. Prihodnje vojne bodo nepreklicno povezane s stroji, ki bodo mislili namesto nas⁵¹. Roboti bodo tako zmanjšali vlogo človeka pri opravljanju nalog kopenske vojske. Zaenkrat se to sicer še ne dogaja, saj roboti ne morejo delovati brez pomoči in navodil človeškega operaterja, a ko bo umetna inteligenca razvita do te mere, da te pomoči več ne bodo potrebovali, bodo zagotovo začeli prevzemati dosedanje vlogo ljudi. Do takrat pa gre za delitev dela med človeškimi vojaki in stroji; kar nekaj nalog, ki so jih prej morali vojaki opraviti sami, danes že opravijo prek ali s pomočjo robotov. Zaradi dobrih izkušenj pa bo takih nalog tudi vedno več.

Z razvojem roboti ne postajajo le vedno pametnejši, bolj sposobni, bolj učinkoviti, ampak tudi vse cenejši. Kar je še eden od razlogov, da bodo sčasoma nadomestili ljudi. Veliko ceneje je / bo namreč kupiti novega bojnega robota, kot pa izšolati, izuriti, opremiti, plačevati, in po njegovi smrti poskrbeti za svojce, človeškega vojaka.

Trend sodobnih oboroženih sil, članic zveze NATO, je manjšanje števila pripadnikov. Tudi Slovenska vojska si želi postati majhna, a sodobno opremljena in učinkovita⁵². Roboti so za tako evolucijo kot naročeni. Z vključitvijo robotskih sistemov,

⁵¹ Tako se dogaja razkroj vojakove osebnosti, ko njegovo delovanje nadomestijo stroji, ki tudi prevzamejo subjektivnost. Nekateri opozarjajo, da bo človeško osebnost zamenjal »tehnološki fundamentalizem« in da se bodo sčasoma vojaki skozi nanotehnologijo in bioinženiring spremenili v lastna orožja. Ali decentralizacija človeka pomeni konec humanističnega vidika vojne? V srcu vojne je razmerje med vojaki in njihovimi nasprotniki. Kako vojaki ravnaajo s svojimi nasprotniki predstavlja bistvo etike vojne. Etika pa od ljudi zahteva, da prevzamejo odgovornost za svoja dejanja. Te odgovornosti ne moremo prenesti na stroje. Ne, ne da bi se odpovedali svoji humanosti (Jonas v Coker 2002: 65).

⁵² Eden najbolj perečih problemov v Slovenski vojski je dejstvo, da jo vsako let zapusti več pripadnikov, kot se jih ji priključi. Če bi bili vojaški roboti že sposobni zamenjati ljudi in če bi si jih SV lahko privoščila, bi ta problem izginil oziroma izgubil na pomembnosti.

ki bi opravljali človeške naloge, bi se lahko število pripadnikov OS zmanjšalo, naloge pa bi bile enako, če ne še bolj opravljene.

Prihodnost bojevanja je vsekakor robotska. Roboti so najboljši način za delovanje v nevarnih situacijah. Kaj pa je bolj nevarnega od boja? Kar je zanimivo v zvezi z roboti, je dejstvo, da nikoli ni obstajal zavesten program o zamenjavi vojakov na bojišču z roboti. Vseeno pa se to počasi dogaja. Število vojakov na bojnem polju se manjša. To sicer ne pomeni večje varnosti na bojišču, saj so tam zdaj veliko bolj nevarni stroji, ki uničujejo tako živo silo kot druge stroje. Najbrž ne bomo nikoli videli robotov v človeški obliki, ki bi hodili po bojišču in streljali, bo pa obstajalo veliko strojev različnih oblik in velikosti, ki bodo sami iskali in uničevali druge stroje. Ljudje pa naj ne bi bili primarne tarče. Kljub temu pa je najbrž še zelo daleč čas, ko bi ljudje pustili robotom, da se borijo namesto njih (Dunnigan 1996: 290).

8.2 Vpliv robotov na urjenje

Če si predstavljamo, da bi imeli glavno vlogo pri opravljanju nalog kopenske vojske roboti, si lahko predstavljamo tudi, da bi bilo urjenje vojakov zelo drugačno od današnjega. Že danes mora tehnik za nevtraliziranje eksplozivnih naprav, ki svoje delo opravlja s pomočjo EOD robota, del urjenja posvetiti upravljanju z robotom. Več kot bo nalog opravljenih s pomočjo robotov, večji del usposabljanja bo potreben za urjenje upravljanja robota.

Predstavljajmo si uporabo robota v boju nekje v prihodnosti. Operater v bistvu ne rabi biti več v izjemni fizični kondiciji, saj le sedi za računalnikom in pošilja ukaze robotu. Taktično mora biti še vedno podkovan, saj morajo tudi roboti delovati po vnaprej predpisanem načrtu, doktrini. Na ekran se mu izpisujejo različni podatki in informacije, ki jih beležijo najrazličnejši senzorji na robotu ali v okolici, lahko pa mu jih pošiljajo tudi drugi sistemi. Prej vseh teh informacij vojak sam ni imel, niti ni imel časa razmišljati o tem⁵³. Manj je tudi strahu, saj operater ve, da mu ne bo hudega, skrbeti mora le, da

⁵³ Vedno več informacij bo v prihodnje zagotovo prefiltriranih skozi računalnike. S tem se bo povečevalo operaterjevo razumevanje situacije (čeprav bo lahko tudi napačno). Računalnik pa bi se lahko odločil nekaj informacij tudi zadržati, da ne bi preobremenil ekipe, ki bi že tako delovala pod velikim stresom (Coker 2002).

njegov robot ostane cel, kar vsekakor prispeva k opravljanju naloge. Zavedati pa se mora tudi kaj počnejo njegovi *so-borci* in njihovi roboti, delovati mora skladno z ekipo, saj lahko le tako dosežejo zadane cilje. Ker mu različne konvencije in pravila prepovedujejo, da bi z robotom ubil človeka, mora paziti, da zadane le nasprotnikova vozila in druge oborožitvene sisteme ter infrastrukturo, ki bi lahko pomenila vojaško prednost. Vse skupaj pomeni, da mora biti ves čas zbran in osredotočen na svoje delo, kar je izjemen psihični napor.

Usposabljanje in urjenje takega vojaka – operaterja bo zagotovo drugačno od urjenja bojevnika. Bolj kot na fizičnem, bo poudarek na psihičnem urjenju. Operater bo moral veliko časa preživeti na treningu z robotom, saj bo moral v *akciji* natančno vedeti, česa je njegov varovanec sposoben, kako je potrebno v določeni situaciji reagirati, kakšne omejitve ima posamezen robot ipd. To bo posledično vplivalo tudi na samo kadrovanje v oboroženih silah, saj ne bodo več primerni le fizično dobro pripravljeni posamezniki, temveč taki, ki se dobro znajdejo v virtualnem prostoru – v bistvu bi bili lahko najbolj primerni hekerji, igričarji, ki veliko časa preživijo v igranju vojaških in podobnih igrice. Prihodnost bojevanja z roboti se bi prav temu lahko najbolj približala, le da bi šlo bolj zares, saj bi vseeno na drugi strani umirali ljudi.

Prav zato pa bi bilo urjenje še vedno potrebno, še vedno bi vojaki-operaterji morali biti strogo disciplinirani, podvrženi pravilom in poslušni nadrejenim. Vojna se kljub tehnološkemu napredku namreč ne bi spremenila v svojem bistvu. Še vedno bi veljala določena pravila, ki bi jih bilo potrebno spoštovati. Vsaj v bližnji prihodnosti ne moremo računati na to, da bi imele vse strani v boju na voljo robote, tako bi prišlo do izredne asimetrije⁵⁴, v kateri bi roboti ubijali ljudi. Ker je znano, da dlje kot je nasprotnik, lažje ga vojak ubije, bi to lahko pomenilo ogromno število smrtnih žrtev, ki bi lahko bile nesorazmerne s cilji posameznih bojev, operacij, vojn. Zato bo potrebno vojake prihodnosti naučiti pravilne uporabe robotskih sistemov, s poudarkom na bodočih pravilih bojevanja.

⁵⁴ Asimetrija v vojaškem smislu pomeni, da ena od nasprotnih strani razvije nove zmožnosti, ki jih nasprotnik ne more dojeti ali razumeti; konvencionalne zmožnosti, ki prekosijo zmožnosti nasprotnika ali zmožnosti, ki predstavljajo popolnoma nove načine napadanja ali branjenja oz. kombinacije teh dveh (Skelton 2001: 22–23).

Če pa vemo, da je cilj uporaba vojaških robotov, ki bi popolnoma sami opravljali svoje bojne naloge, kar bi jim omogočala umetna inteligenca, lahko upravičeno napovemo, da urjenja vojakov sploh več ne bo, saj ti ne bodo več potrebni. A zaenkrat je bolj realno pričakovati vedno več usposabljanja vojakov - operaterjev.

Če se bo zaradi vpliva robotov spremenilo urjenje vojakov, se bo istočasno spremenilo tudi šolanje častnikov ter nas, obramboslovcev. Če bodo roboti v vojsko res prinesli tako revolucijo, kot se napoveduje, bo to za sabo potegnilo spremembe tudi na teoretskih področjih vodenja vojn, bojevanja, taktike, strategije, doktrin; pa tudi na področju pravih, prava oboroženih spopadov, vojnega in humanitarnega prava ipd. Zato se bodo naslednje generacije učile nekoliko drugačnih stvari, ne bo pa to tako drastično različno od današnjega, saj vojna v svojem bistvu ostaja enaka igra. Le pravila, igralno polje, igralci in figure se spreminjajo.

8.3 Vpliv robotov na doktrine KoV

Roboti v kopenski vojski bi lahko močno vplivali tudi na doktrine. Ena najpomembnejših doktrin iz katere pravzaprav izhaja razvoj robotov, in na katero posledično tudi močno vplivajo je doktrina bojevanja brez žrtev.

V zadnjih letih oz. desetletjih skušajo najrazvitejše države voditi svoje vojne tako, da bi pri tem nastalo kar se da malo nedolžnih civilnih žrtev; veliko pozornosti pa posvečajo tudi zaščiti lastnih kadrov. V teh državah se vse bolj uveljavlja tako imenovano *bojevanje brez žrtev*⁵⁵, ki pa ne pomeni, da je namen doseči cilj resnično brez žrtev, ampak koncept pomeni trud, da bi bilo število žrtev (še posebej civilnih) čim manj. To pa se doseže tako, da se uporabi močna in natančna vojaška sredstva, s katerimi se vojaške cilje uniči hitro in brez večje škode za civiliste in brez nepotrebne izgube lastnih vojakov. Vse bolj pa se uveljavljajo tudi oborožitveni sistemi, ki ljudi odmaknejo od bojne linije in jih s tem dodatno zaščitijo – gre za robote.

⁵⁵ Ang. Zero-Casualty Warfare ali Zero-Death Warfare. Bolj smiselna se mi zdi uporaba besede *žrtve*, kakor *smrti*. V boju štejejo tudi poškodovane osebe, ne le mrtve. Zato bom v nadaljevanju uporabljal besedno zvezo doktrina oziroma bojevanje »brez žrtev«.

V ZDA obstaja neformalna doktrina »Brez žrtev« oz. *Zero-casualty doctrine*⁵⁶, ki je delo Collina Powella, bivšega državnega sekretarja ZDA. Zavladala je po Vietnamu in obsega idejo, da se vojaško silo lahko uporabi le, ko so ogroženi temeljni interesi ZDA in ko je uspeh zagotovljen. Bistvo Powellove doktrine, ki sicer ne obstaja kot formalen dokument, je »uporabi silo redko, a odločno« (Lawrence 2003).

Doktrina poudarja tudi, da morajo biti tudi politiki previdni pri svojih odločitvah in se izogibati nepotrebnemu izgubljanju življenj (Harnden 2001).

Doktrino, ki je znana tudi kot *Doktrina neustavljive oz. prevladujoče sile* (angl. overwhelming force), je Colin Powell izdelal med leti 1990 in 1991 – med Zalivsko vojno - ko je bil še general. Powell k doktrini dodaja zahtevo, da mora država, ko se vključuje v vojno, uporabiti vsa možna sredstva, ki jih ima na razpolago, da doseže prevladujočo / neustavljivo silo glede na nasprotnika; s tem se minimalizira lastne izgube in poskrbi, da se konflikt hitro konča s tem, da se nasprotnika prisili v kapitulacijo. Ta logika je v skladju s starimi zahodnimi strategijami še iz časa Carla von Clausewitza. Vseeno pa taka doktrina ni v skladju s principom proporcionalnosti⁵⁷.

Ob napredku tehnologije se zdijo uresničljive dolgotrajne znanstvene sanje – da bi roboti zamenjali vojake. Roboti dejansko človeške bojavnike umaknejo z bojnih linij in s tem zaščitijo njihova življenja. Veliko vojaških raziskovalcev zagovarja idejo, da če vlade niso pripravljene tvegati življenj vojakov, naj roboti prevzamejo nekatere njihove naloge. Naloge kot so varovanje skladišč, meja, izvidovanje nevarnih območij in čiščenje min bi lahko opravljali pametni stroji (Shukman 1995).

Ta nova vrsta oboroženega boja, boja z orožji nove generacije, ko ni fizičnega stika med bojnimi enotami tekmecev, odpira možnosti za popolnoma nove, nestične oblike oboroženega boja, v katerem se nasprotniku uničujejo pomembni cilji, ne da bi se pri tem izpostavljale izgube lastne sile. Na razvoj takih oblik oboroženega boja vzpodbudno vpliva na žrtve občutljivo javno mnenje razvitih držav; praviloma je občutljivo na lastne izgube, še posebno pa na izgube v ljudeh. Roboti se pri tem pojavljajo kot idealno ofenzivno sredstvo, ki dajejo politikom proste roke, saj jim ni treba

⁵⁶ Tudi članice EU so vedno bolj nenaklonjene uporabi sile, tudi v Evropi se oblikuje kultura *brez žrtev*, podobno kot v ZDA. Razlika pa je v tem, da so ZDA, v nasprotju z EU, v svoji globalni vojni proti terorizmu, pripravljene sprejeti več žrtev (SWP/SSI Work group 2004).

⁵⁷ Več o tem v nadaljevanju poglavja.

več tako kot некоč vključevati v tveganje pri odločanju svojih vojaških žrtev. S tem da se netvegani udari po nasprotnikovih ciljih lahko izvajajo z roboti na globalnih razdaljah, se stran, ki jih ima na voljo, tudi dokaj lažje odloči za »militarizacijo« diplomacije. Poleg tega imajo roboti še pomembno vlogo pri zastraševanju in odvrčanju potencialnih nasprotnikov (Žabkar 2003: 171–172).

Roboti pa bodo vplivali tudi na bolj specifične doktrine, zakone, pravila – med drugim tudi kopenskih vojsk. V teh dokumentih bo predpisana uporaba robotov za določene naloge, način njihove uporabe, omejitve, pravila, načela,... Roboti kot najbolj perspektivni oborožitveni sistemi današnje dobe, bodo namreč prinesli takšne spremembe v način bojevanja, da bodo potrebne kar velike spremembe na področju dokumentov, da se jih bo lahko učinkovito in legitimno uporabljalo.

Prav pri legitimnosti in zakonitosti uporabe vojaških robotov bo po mojem mnenju potrebno še veliko usklajevanja in razmišljanja. Zaenkrat namreč še ni nekih pravil uporabe vojaških robotov, še posebej problematični pa bi lahko bili bojni roboti. Vsaj še nekaj časa si bodo robote lahko privoščile le bogate sile. To posledično pomeni ogromno asimetrijo in izjemno premoč v primerjavi s slabše razvitimi državami. Ob uporabi bojnih robotov, bi se boj mož na moža torej lahko prenesel v boj mož na robota. To pa sproži ogromno vprašanj – tako tehnične kot moralne narave. Nekako nepošteno se zdi, da je na eni strani človek, na drugi pa stroj, ki ga upravlja človek, ki je skrit nekje na varnem, oziroma ta stroj deluje avtonomno.

8.4 Vpliv robotov na pravo

Prav zato bodo po mojem mnenju roboti vplivali tudi na pravo oboroženih spopadov, sprejete pa bodo tudi številne konvencije v zvezi z uporabo bojnih robotov.

Verjetno ni nobenega oporekanja robotom, ki bi nevtralizirali (improvizirana) eksplozivna telesa, čistili minska polja, opravljali izvidniške, nadzorne in stražarske naloge ter prevažali opremo, strelivo in ranjence. Ti roboti so namreč neškodljivi, saj ne uničujejo nasprotnikove žive sile in infrastrukture. Zatakne pa se pri robotih, ki bi delovali neposredno v bojih. Bo dovoljeno, da robot ubije človeka? Kaj če se zgodi nesreča in robot ubije večje število, morda celo nedolžnih, ljudi? Kdo je kriv? Operater,

ki je prek robota sprožil strel? Ta bi se lahko izgovarjal, da on ni sprožil strela, ampak da gre za napako na robotu. Bi to pomenilo, da je za smrt krivo podjetje, ki je robota izdelalo in pri tem naredilo napako?

Vsekakor bodo bogate sile, ki si bodo to lahko privoščile in takoj ko bo to mogoče, uporabljale robote za bojevanje. To bodo storile, da bi zaščitile lastne sile in lažje dosegale cilje. Verjetno tudi ne bo prepovedano z robotom ubiti nasprotnega vojaka. Verjamem pa, da bodo stroge omejitve glede civilistov. Te obstajajo že danes, ob uporabi robotov pa jih bo potrebno le dodatno opredeliti.

Civilna imuniteta, ki je podlaga vojnih zakonov že več kot stoletje, vsebuje dva koncepta: razlikovanje in proporcionalnost. Čeprav nekatere države (med njimi tudi ZDA) niso ratificirale vseh mednarodnih konvencij s tega področja, jih obravnavajo kot zavezujoče. Vojskujoče se strani naj bi razlikovale med bojnimi silami in vojaškimi objekti, ki so legitimne tarče, ter civilno populacijo, bolnicami, šolami, religioznimi objekti in ostalimi pomembnimi kulturnimi objekti, ki to niso. Pod nobenim pogojem se ne sme namerno povzročati škode tarčam, ki so nedvomno civilnega značaja. Vseeno pa princip proporcionalnosti dovoljuje stransko škodo na račun civilistov in civilnih objektov, če ta nastane ob napadu na legitimne cilje in če ta škoda ne očitno prekorači pričakovane vojaške koristi (Kahl 2006: 85).

Se pravi da, če bi lahko za isti cilj nastalo manj škode na civilni sferi, je ta škoda neupravičena. Ko ima poveljnik več sredstev in načinov za dosego istega cilja in vse opcije upoštevajo pravilo proporcionalnosti, mora izbrati tak način, da se povzroči najmanj stranske škode (Boivin 2004: 4).

Tudi med napadanjem na legitimne vojaške cilje, se je potrebno izogibati pretirani škodi, ki bi dolgoročno slabo vplivala na ekonomsko infrastrukturo in naravno okolje civilne populacije. Če je verjetno, da bo prišlo do take škode, naj se napad sploh ne bi izvedel; še posebej, če škoda ni sorazmerna s prednostjo⁵⁸, ki bi jo dobili z napadom⁵⁹ (Stein 2000).

⁵⁸ Vojaška prednost po definiciji Ženevske akademije mednarodnega humanitarnega prava in človeških pravic zahteva neko konkretno in direktno ter jasno prednost na terenu. Točka na kateri postane napad neproporcionalen je sicer nejasna; vseeno pa morajo tehnološko napredne države izbirati med alternativami, ki bi prinesle najmanj nepotrebne škode (Boivin 2004: 5).

Žrtvam bi se najlažje izognili tako, da se ne bi bojevali. A ker danes to še ni mogoče, se zato, da bi se število nedolžnih žrtev zmanjšalo in ohranilo na minimumu, vlaga veliko napora in išče nove rešitve. Politični in vojaški imperativ je, da morajo biti oborožitveni sistemi in taktika taki, da kolikor se le da, preprečujejo lastne žrtve, natančno uničujejo vojaške cilje in zmanjšujejo nevarnost poškodb in škode civilistov ter stransko škodo na minimum. Da bi se to doseglo, je treba v aktivno uporabo vključevati celo vrsto novih sistemov, takoj ko tehnologija to dovoli (Rogers 2000).

Paradoks je, da načela civilne imunitete ter proporcionalnosti in razlikovanja po eni strani omejujejo uporabo bojnih robotov, po drugi pa jih ravno legitimizirajo⁶⁰. Koncept proporcionalnosti prepoveduje vsako dejanje, ki bi povzročilo postranske izgube civilnih življenj, njihovo poškodovanje, škodo civilnim objektom ali kombinacije naštetega in ki bi preseglo želeno vojaško premoč. Ko ima poveljnik več sredstev in načinov za doseg istega cilja in vse opcije upoštevajo pravilo proporcionalnosti, mora izbrati tak način, da se povzroči najmanj stranske škode. Če potem neka stran v izračune pričakovane vojaške premoči vnese zaščito lastnih sil, ali to pomeni, da neupravičeno prilagodi izračune proporcionalnosti v (lastno) vojaško korist (Boivin 2004: 4)?

Iz tega bi lahko sklepali, da uporaba robotov, s čimer so lastne sile zaščitene, ni v skladu s principom proporcionalnosti. Po drugi strani pa roboti omogočajo natančno bojno delovanje, s čimer bi se možnost škodovanja civilistom zmanjšala; torej pomenijo tista sredstva, ki jih mora poveljnik izbrati, da bi povzročil čim manj nepotrebne škode – to od njega zahteva isto načelo proporcionalnosti.

⁵⁹ Uporaba natančnega orožja za uničenje električnega omrežja je lep primer take proporcionalnosti; ne glede na to ali se strinjamo, da je električno omrežje legitimna tarča vojaškega pomena.

⁶⁰ Paradoks pa je tudi, da je humano bojevanje večinoma zahoden fenomen (čeprav tudi nekatere države – na primer Rusija – veliko vlagajo v ta koncept). Drugod po svetu pa vojna postaja bolj nehumana. Vojna postaja vse bolj umazana. Temu pojavu nekateri pravijo tudi asimetrična vojna. Ne glede na poimenovanje, koncept ima neko logiko in ta logika deluje v nasprotju s tem kar skuša doseči Zahod – narediti vojno manj kruto (Coker 2001: 23).

8.5 Vpliv robotov na organiziranje KoV

Uporaba novih sistemov, ki nastajajo z razvojem tehnologije, bo prinesla spremembe tudi v samo organiziranost oboroženih sil, tudi kopenske vojske. Stare strukture in oprema namreč vse manj ustrezajo za spoprijemanje z novimi izzivi in nalogami. Uporaba različnih, med sabo v mrežo povezanih sistemov za poveljevanje, nadzor in komunikacijo ter računalniških, izvidniških, obveščevalnih, namerilnih in bojnih sistemov⁶¹, bo tako v prihodnosti vplivala tako na spremembe v vodenju bitk, kot tudi v sami organiziranosti najrazvitejših kopenskih vojsk. Ne moremo pa reči, da bodo te spremembe narekovali le robotski vojaški sistemi, temveč skupek vsega novega. V največji meri, kar se tiče najrazvitejše kopenske vojske na svetu, KoV ZDA (US ARMY), bo te spremembe prinesla vpeljava sistemov iz programa Future Combat Systems, katerega zelo pomemben del pa so tudi roboti (Slaver 2005a).

Prva poskusna FCS postrojitev naj bi se zgodila leta 2008, do leta 2014 pa bi morala biti zasnovana prva prava Akcijska enota - FCS Unit of Action (v nadaljevanju UA) s samo 2500 vojaki v svoji sestavi). UA bo sposobna hitre reakcije v strateškem in operativnem smislu, spreminjanja načina delovanja, preden bo nasprotnik zmožen odgovoriti in prilagajanja na poteze sovražnika, preden jih bo lahko ta vnovčil. Od FCS sil se torej pričakuje velika hitrost, tempo, agilnost, velik domet delovanja ter visoka iniciativa v boju – z drugimi besedami ogenj in manever na mnogo višji ravni. Tu bodo svojo vlogo odigrali vojaški roboti.

KoV ZDA danes uporablja več različnih tipov sestav (specialne sile, zračnodesantne, lahka pehota, Stryker brigada, težke sile (mehanizirana pehota), in oklepne sile), da lahko pokrije vse mogoče tipe operacij in pogoje, pod katerimi se le-te izvajajo. Tako so lahko lahke sile hitro pripravljene za delovanje, a jim obenem manjka ognjene moči, taktične mobilnosti, zaščite ipd. Po drugi strani težke sile nimajo dovolj strateške mobilnosti, odvisne so od vnaprej postavljenih skladišč, trošijo ogromno logističnih sredstev in imajo težave na terenih s slabo infrastrukturo. UA pa bo zamenjala prav ta dva tipa sestave ter zadržala in spojila vse njune dobre lastnosti.

⁶¹ Britansko C4ISTAR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, Targeting and Reconnaissance), ameriško C4ISR.

FCS UA naj bi se praviloma borila pod poveljstvom divizijske sestave, vključevala pa bo organske in dodane ISR (Intelligence, Surveillance & Reconnaissance / obveščevalne, nadzorne & izvidniške) enote. Prav tako UA ne bo toge strukture, ampak bo zmožna sprejeti dodatne postrojitev z višjih ravni in upravljati s šestimi manevrskimi bojnimi enotami⁶².

US ARMY se želi prestrukturirati v zelo modularne sile, ki bi imele vse sposobnosti, ki jih poveljniki na terenu zares potrebujejo. Spremembe bodo šle v smeri FCS koncepta, a tudi v skladu s trenutno (in srednjeročno) tehnološko realnostjo. Osnovni manevrski modul bodo Akcijske brigade (BUA-Brigade Units of Action), ki bodo hitro pripravljene na odhod in reagiranje, vzdržljive v dolgotrajnih operacijah, dobro pa bodo sodelovale tudi v združenih in koalicijskih enotah. Tranzicija bo zajela tako težke, kot lahke sile, na koncu pa naj bi 10 divizij sestavljali trije tipi brigad: težka (oklepno-mehanizirana), lahke (motorizirana) in zračno-desantna. Verjetno bo vsaka divizija imela vsaj po eno brigado vsakega tipa, medtem ko bo karakter celotne divizije določala četrta oz. dodatna peta brigada v njeni sestavi (Slaver 2005b).

Zaenkrat je znana struktura lahke pehotne BUA, ki bo imela 3000 ljudi. V poševnem tisku pa so dodani robotski sistemi, ki bi jih lahko posamezne enote uporabljale in ki sem jih v nalogi že opisal.

- Brigadni bojni bataljon, ki poleg poveljstva vključuje vod vojaške policije, četo vez ter obveščevalno in inženirsko četo. *Inženirji bi lahko uporabljali EOD robote za svoje naloge, obveščevalci pa robote za izvidovanje in opazovanje.*

⁶² Ker sile podedovane iz Hladne vojne več ne zadovoljujejo sodobnih potreb, se je KoV ZDA odločila, da ne bo čakala na dozorenje programa FCS in da bo začela spreminjati to kar ima in s tem dosegla neko prehodno rešitev. Včasih je KoV ZDA sile razporejala v Brigadne borbene time (BTC - Brigade combat team) s 2500 do 4200 pripadniki. BTC sestavljajo oklepne ali pehotne brigade, ki se jim dodajajo druge enote, kot so artilerija, veze, logistika, obveščevalni elementi,... Na koncu so bile vse sile KoV sicer vključene, a z veliko nepotrebnimi elementi za trenutne misije. Prvi korak k novim oblikam postrojenja so prve SBCT brigade (Stryker Brigade Combat Team), ki temeljijo na težkem oklepem vozilu Stryker. SBCT brigade so zamišljene kot srednje sile, ki združujejo skoraj vse kapacitete, ki se drugače nahajajo na nivoju divizije, korpusa ali višjih sestav. Take brigade lahko odgovarjajo na celoten spekter situacij in nalog (od klasičnih bojov in mejnih incidentov do mirovnih operacij) in imajo sposobnost samostojnega delovanja 72 ur. Dejstvo, da želijo del vozil Stryker kmalu robotizirati, pomeni še dodaten korak k FCS UA enotam (Slaver 2005).

- RSTA bataljon z motoriziranimi in pehotnimi elementi ter UAV. *Poleg brezpilotnih letal bi bila za izvidovanje, nadzor bojišča in namerjanje tarč vsekakor zelo uporabna tudi že preskušena kopenska vozila brez posadke (UGV).*
- Dva pehotna bataljona s tremi strelnimi četami, eno četo za ognjeno podporo in eno za sprednjo podporo. *Tu bi prišli v poštev bojni roboti SWORDS ter mini in mikro brezpilotna letala pa tudi throwboti, ki so uporabni predvsem v bojih v urbanih okoljih.*
- Artilerijski bataljon, ki ga poleg topništva tvorijo še UAV. *Za namerjanje tarč in ocenjevanje uspešnosti delovanja, bi lahko uporabljali različna brezpilotna letala, načeloma tudi bojna UAV, ki naj bi kmalu prišla v uporabo.*
- Logistični bataljon s transportnim vodom, ki je sposoben s tovornjaki prepeljati skoraj celotne pehotni bataljon. *Za pomoč pri prevozu opreme bi lahko uporabili kopenska vozila brez posadke MULE*

8.6 Negativni vplivi robotov

Do sedaj sem se v svojem diplomskem delu osredotočal predvsem na pozitivne vidike uporabe robotov v vojaške namene. Obstaja pa tudi kar nekaj elementov, zaradi katerih ta uporaba mogoče niti ni tako pozitivna; na podlagi tega je tudi veliko ljudi, raziskovalcev, teoretikov, ki ne podpirajo uporabe vojaških robotov, oziroma so pri tem skeptični – pravimo jim anti-robotiki (anti-roboteers). Nekateri poudarjajo, da se kljub vsemu tehnološkemu napredku, vojna v samem bistvu nikoli ne spremeni, narava vojne ostaja enaka. Poglejmo problem uporabe vojaških robotskih sistemov še s tega stališča.

Anti-robotiki so mnjenja, da sistemi, s katerimi delujemo na razdaljo, iz bojevanja⁶³ odstranjujejo vse elemente humanosti, ker omogočajo hladno in neusmiljeno

⁶³ Vojne prihodnosti naj bi »grdoto vojne« odpravile z digitalizacijo. Želja Zahoda, da bi racionaliziral vojno, se lahko primerja le z njegovo voljo, da bi še naprej vodil vojne. V poskusu, da bi iz boja izločili strah in bojazen, lahko vojakom prihranimo tudi konfliktne emocije. Vendar; ali ne postane realnost, ko človeške operaterje, z uporabo tehnologije, odstranimo od nje, izrazito nerealna? To je odločilen izziv humanega bojevanja – ali ne naredi vojne neetične in s tem bolj nehumane, kot kdajkoli prej (Coker 2001: 151)?

delovanje s klinično natančnostjo. Dlje kot je tarča, manj se napadalec zaveda človeške škode, ki nastane, saj ne vidi efekta svojega delovanja. Pravijo, da gre za dehumanizacijo vojne. Tu gre v bistvu za neko dvojnost: po eni strani se želi narediti vojno bolj humano in zaščititi ljudi v njej (lastne vojake in nedolžne civiliste), po drugi strani pa delovanje vojakov razčlovečimo.

Tudi če v prihodnosti lahko računamo na vojne robotov, bodo ti zaenkrat lahko le v lasti bogatejšega nasprotnika, na drugi strani bodo še vedno umirali ljudje. Pri uporabi tehnologije, ki omogoča »čisto« bojevanje, pa se pojavi še en problem. Bolj ko se *mi* borimo »čisto«, bolj »umazano« se bo boril naš nasprotnik. Torej; če se *mi* borimo znotraj okvira, ki ga določata strategija *brez žrtev* in *ničelna stranska škoda*, bo nasprotnik ubral ravno nasprotno pot: čim več žrtev in čim več škode. Nasprotnik namreč dobro pozna izkorišča šibke točke svojega nasprotnika – *nas*.

Sodobne vojaške sile so zelo odvisne od integracije tehnoloških napredkov v vojaške sisteme in procese. Prav to pa je lahko njihova slabost; preveliko nanašanje na tehnologijo⁶⁴ je namreč lahko njihova *ahilova peta*. Vsaka tehnologija ima svoje omejitve. Velikokrat je odločilen element ne toliko vrsta opreme, ki je na voljo, temveč način uporabe le-te. Natančneje, odločilna tehnološka prednost je redka in skoraj vedno kratkotrajna; zmaga pogosto bolj kot na superiorni tehnologiji temelji na zavedanju njenih omejitev in iskanju poti okoli teh omejitev... Odvisnost od tehnologije torej neizogibno ustvarja ranljivost, ki jo razumen nasprotnik lahko hitro izkoristi.

Mnogi znanstveniki opozarjajo, da je javnost preveč prepričana, da lahko stroji delujejo bolje od ljudi. Pravijo, da delati napake je človeško, medtem ko je potreben računalnik, da se stvari resnično zapletejo. In glede na to, da moramo robotu dati avtonomijo, če hočemo imeti od njega dejansko korist, je dilema očitna (Shukman 1995: 188).

Nekateri avtorji pa celo trdijo, da kakršenkoli napredek na tehnološkem področju, ne pomeni bistvene spremembe vojne. Tudi roboti naj ne bi imeli pomembnejšega vpliva.

⁶⁴ Teroristi postajajo vse bolj izučeni v tehnologiji, s katero se zoperstavijo robotom. V nekem primeru je robot, ki ga je upravljal operater, skušal nevtralizirati bombo. Teroristom pa je uspelo vdreti v komunikacijo med operaterjem in robotom; robota so nato poslali nad operaterja. Problem z roboti, upravljanimi na daljavo, je v tem, da so odvisni od ranljivih komunikacij, ki povezujejo človeka z manj pametnim, a zelo ubogljivim mehaničnim podaljškom. Če je komunikacija prekinjena, ali še huje, manipulirana, postane robot neuporaben in/ali nevaren (Toffler 1993: 132).

Čeprav je vojska sredi debate o revoluciji v vojaških zadevah), trajna vez med človekom in sredstvi vojne ostaja močna in zagotavlja, da bo moralni element še vedno eden od prevladujočih elementov v vojni. Ta ugotovitev je pomembna, ker se preveč nanašamo na to, da bo tehnologija opravljala naše delo, medtem ko se podcenjuje moralni element. Tehnologija sama namreč ne more dobiti vojne. Človek je še vedno odločilen faktor, da je ta tehnologija sploh učinkovita. Medtem ko hitimo proti bojišču 21. stoletja, ki nudi veliko neodgovorjenih vprašanj, se moramo zazreti nazaj v preteklost in izkoristiti resnico, ki jo nudi vojaška zgodovina. Zgodovina sicer ne more ničesar dokazati, lahko pa prikaže odnos med akterji in razmerami, med vzrokom in posledico in med dinamično spremembo in njenim rezultatom.

Moralni element vojne – sestavljen iz sil, ki vodijo človekovo obnašanje, kot so čustva, motivacija, skupno delo, vodenje,, - bo ostal ključna in nespremenljiva sestavina vojne iz dveh razlogov. Prvič, resnična narava vojne - njeno bistvo, ne način bojevanja, se ne bo bistveno spremenila; s tem ostajajo tudi komponente vojne enake. Drugič, ljudje in človeška narava se ne bo spremenila. V prihodnjih vojnah bodo ljudje upravljali z zelo napredno tehnologijo in oborožitvenimi sistemi. Še vedno bodo torej individualne odločitve, človeške pomanjkljivosti in osebne razlike vplivale na izid bojev. Smrtonosnejša orožja, hitrejši bojni sistemi, povečane strateške in operativne možnosti in spremenljiv ter hiter tempo bojnega polja zahtevajo intenzivnejše odločanje, analiziranje in vodenje. Hkrati pa se povečuje možnost, da bi človeške napake in moralni elementi lahko vplivali na končni izid⁶⁵.

Navdušenje nad novimi tehnologijami, taktikami in organizacijami, ki se razvijajo za 21. stoletje, je več kot opravičljivo. Vseeno pa se ne sme spregledati zgodovinskih izkušenj in precedensov. Kakršnakoli sprememba v vojaških zadevah (RMA) ne bo spremenila pomembnosti moralnega človeškega faktorja v vojni. Na žalost pa precej vojaških teoretikov in vojaških vodij verjame, da bodo spremembe na vojaškem področju nastale zaradi napredka v tehnologiji, organizaciji in doktrini (Reinvald 1998: 69–76).

⁶⁵ Dejstvo je tudi, da je vojna prvovrstno še vedno človeška dejavnost in umikanje ljudi iz njenega centra, verjetno vodi v pogubo (Kagan 2006: 106).

9. ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi sem analiziral bojne robote kopenske vojske iz različnih vidikov. Robote sem ločil od ostalih avtomatskih oborožitvenih sistemov in preveril kakšne izkušnje imajo z njimi najrazvitejše oborožene sile. Nakazal pa sem tudi celovit spekter možnih vplivov robotov na KoV; tako na samo organiziranje, kot na kadre, njihovo urjenje ter na doktrine in pravo oboroženih spopadov. Na koncu pa sem se dotaknil tudi negativnih vidikov uporabe robotov v vojaške namene. Na podlagi tega in glede na hipoteze, ki sem si jih zastavil pred začetkom dela, sem prišel do naslednjih zaključkov.

Realistično hipotezo, ki pravi da *so bojni roboti le eden od mnogih inštrumentov, s katerimi razvite oborožene sile vodijo vojne*, lahko z gotovostjo v celoti potrdim. Oborožene sile oz. njihov kopenski del ima danes na voljo celo kopico različnih oborožitvenih sistemov, s katerimi dosegajo različne vojaški cilje. V zadnjih letih je vse več teh sistemov robotiziranih; se pravi, da delujejo do neke mere samostojno, avtomatično, večinoma pa jih še vedno iz daljave upravljajo vojaki-operaterji. To pomeni, da se lahko pripadniki kopenske vojske pomaknejo iz prve bojne linije nekoliko bolj v ozadje, kjer so bolj varni, *grdo, umazano* in najbolj nevarno delo pa namesto njih opravijo roboti. Celo vojaške doktrine se prilagajajo in vključujejo uporabo robotov.

Tako lahko potrdim tudi optimistično hipotezo, ki pravi da *bojni roboti kopenske vojske predstavljajo najbolj potencialne oborožitvene sistem do zdaj, zaradi česar bodo v prihodnosti prevzemali vedno večjo vlogo; nekoč pa celo zamenjali ljudi na bojnem polju,*– a z nekoliko bolj zadržanim in kritičnim pogledom. Robotski sistemi sicer res postajajo iz dneva v dan bolj *pametni*, bolj mobilni, bolj uporabni,... a da bi resnično zamenjali ljudi na bojišču, bo potreben še silovit preskok pri razvoju vseh potrebnih tehnologij. Še posebej je problematična umetna inteligenca, ki ne sledi razvoju drugih tehnologij, ki omogočajo robotom opravljanje vojaških nalog. Strinjam se, da roboti predstavljajo enega najbolj potencialnih oborožitvenih sistemov do danes, saj bi lahko v končni fazi resnično zamenjali ljudi na bojišču. A le takrat, ko / če bodo res tako inteligentni, da bodo lahko popolnoma sami opravljali vojaške naloge, pri tem pa ne bi bilo nevarnosti ne za lastne sile, ne za civiliste in nedolžne ljudi.

Pesimistično hipotezo, ki pravi *da se bodo bojni roboti s izkazali za neučinkovita in neperspektivna bojna sredstva, zaradi česar se jih v prihodnje ne bo več razvijalo in uporabljalo*, pa mislim da lahko zavrnem. Že danes so roboti tako pomemben del delovanja najbolj razvitih oboroženih sil, da si ne predstavljam, da bi se izkazali za neučinkovite. Tudi zgodovina razvoja vojaške robotike potrjuje to ugotovitev, saj se za razvoj vojaških robotov iz leta v leto namenja več sredstev in več je vloženega truda. Cilj pa je čim prej v čim večji meri ljudi na bojišču zamenjati s stroji, kar v veliki meri podpira tudi javnost razvitih držav.

Po eni strani se zdi ta cilj logičen in pozitiven, saj ne bi bilo več človeških žrtev v vojnah. Po drugi strani pa se je potrebno zavedati, da razvoj in uporaba robotov strahovito stane. Zaradi tega si jih večina razvitih, kaj šele manj razvitih držav, ne more privoščiti. To pomeni, da bi bile na *drugi strani* še vedno človeške žrtve. Ker so robotski sistemi izjemno učinkoviti, bi lahko bilo teh žrtev še naprej veliko. Dejstvo, da je operater daleč od dogajanja in vidi nasprotnika le preko robotove kamere, lahko tudi pomeni, da se lažje odloči za strel, kot bi se drugače. Zgodovina tudi uči, da se inferiorna stran v bojevanju vedno prilagodi tehnološko superiorni strani. To se dogaja tudi v trenutnih bojih, kjer se je nasprotnik prilagodil in deluje na take načine, da tudi roboti ne pomenijo več take prednosti, kot so jo na začetku. Ne gre pa spregledati tudi dejstva, da čeprav roboti naredijo vojno po eni strani bolj humano, po drugi iz nje odstranjujejo elemente človečnosti.

Vseeno pa se razvoj robotike nadaljuje, išče se nove rešitve in možnosti uporabe robotov v vojaške namene. Osebno verjamem, da bo prišel dan, ko bodo ti sistemi lahko nadomestili človeka v boju. Ne upam pa si trditi kdaj se bo to zgodilo. Čas pa bo pokazal ali imam prav...

10. SEZNAM LITERATURE

KNJIGE

1. Asimov, Isaac (1984): *Asimov's new guide to science*. New York: Basic books, inc.
2. Boivin, Alexandra in Yves Sandoz (2004): *The legal regime applicable to targeting military objectives in the context of contemporary warfare*. Geneva: University centre for international humanitarian law.
3. Coker, Christopher (2001): *Humane warfare*. London: Routledge.
4. Coker, Christopher (2002): *Waging war without warriors – The changing culture of military conflict*. London: Lynne Rienner Publishers, inc.
5. Dunnigan, James F. (1996): *Digital soldiers*. New York: St. Martin's press.
6. Hacker, Barton C. (2006): *American military technology: The life story of a technology*. Westport: Greenwood Publishing Group, Inc.
7. Shaker, M. Steven in Alan R. Wise (1988): *War without man*. Virginia: Pergamon-Brassey's international defense publishers, inc.
8. Shukman, David (1995): *Tomorrow's war_The threat of high-technoloy weapons*. Orlando: Harcourt Brace & Company.
9. Smith, Raoul (1990): *Collins dictionary of AI*. London: Glasgow-Collins.
10. Staugaard, Andrew C. (1987): *Robotics and AI*. New Jersey: Prentice-Hall inc.
11. Svete, Uroš (2005): *Varnost v informacijski družbi*. Ljubljana: Fakulteta za družbene vede.
12. SWP/SSI Work group (2004): *Divergent perspectives on military transformation*. Carlisle: 2nd Colloquium.
13. Toffler, Alvin in Heidi Toffler (1993): *War and anti-war*. New York: Warner book, inc.
14. Žabkar, Anton (2003): *Marsova dediščina, Temelji vojaških ved, 1. knjiga*. Ljubljana: Fakulteta za družbene vede.

POGLAVJA IZ ZBORNIKOV

15. Alberts, David S. in Daniel Papp (2000): U.S. Military and challenges of information age technologies. V David S. Alberts in Daniel Papp (ur.): *The information age: An anthology on its impacts and consequences (II)*, 265–270. Washington: National defense university.

ČLANKI V ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH REVIJAH

16. Bowdish, Randall G. (1995): The revolution in military affairs: The sixth generation. *Military review november-december*, 27–28.

17. Fiorenza, Nicholas. (2002): Eurobots: Robotic Niches in Europeans Sights. *Armed Forces Journal International*, 34.

18. Kagan, Frederick W. (2006): The U.S. military's manpower crisis. *Foreign affairs july-august*, 106.

19. Kahl, Colin H. (2006): How we fight. *Foreign affairs november-december*, 84–101.

20. Kočevar, mag. Iztok (2003): Irak – digitalizirano vojskovališče? *Obramba julij*, 52–55.

21. Kucera, Joshua (2004): FCS ground vehicles delayed. *Jane's Defence Weekly 28. july*, 5.

22. Mičić, Domagoj (2006): Lake bespilotne letjelice. *Hrvatski vojnik 21*, 21–22.

23. Reinvalid, Brian R. (1998): Retaining the moral elements of war. *Military review january-february*, 69–76

24. Revija Obramba (2005): Skratka. *Obramba april*, 11.

25. Revija Obramba (2006): Skratka. *Obramba april*, 12.

26. Skelton, Ike (2001): Lessons for asymmetric conflicts. *Military review september-october*, 22–27.

ČLANKI V TISKANIH OBČILIH

27. Leskovšek Jožica (2007): Britanci z 80 novimi protibombnimi roboti. *Dnevnik, 16.3.*, 6.

28. Oberžan, Primož (2007): Od antičnega avtomata za vodo in mehanskih lutk do strojev za ubijanje, *Dnevnikov objektiv*, 4.8., 30.

ENCIKLOPEDIJE IN SLOVARJI

29. *Encyclopaedia Britannica Deluxe Edition 2004 CD Rom*

30. Shapiro, Stuart C. (1992): *Encyclopedia of Artificial Intelligence Second Edition (2)*. New Jersey: A Wiley Interscience Publication.

31. *Slovar slovenskega knjižnega jezika* (2002), elektronska izdaja. Ljubljana: DZS.

32. *Veliki slovar tujk* (2002). Ljubljana: Cankarjeva založba.

33. Vukobratović, M. (1988): *Robotika, Tehnička enciklopedija, 11. knjiga*. Zagreb: Jugoslavenski leksikografski zavod Miroslav Krleža.

INTERNETNI VIRI

34. Answers.com (2007): *Guided missile*. Dostopno na: <http://www.answers.com/topic/guided-missile?cat=technology> (17. junij 2007).

35. Army-technology (2004): *iRobot unveils details of robot deployments in Iraq and Afghanistan*. Dostopno na: http://www.army-technology.com/contractors/mines/i_robot/press2.html (12. junij 2007).

36. Army-technology (2007): *Foster-Miller robots for EOD, IED, Weaponization, chemical sensing and reconnaissance*. Dostopno na: <http://www.army-technology.com/contractors/mines/foster/> (14. junij 2007)

37. Australian microelectronics network (2007): *What is microelectronics?* Dostopno na: <http://www.amn.org.au/html/whatis.htm> (21. avgust 2007).

38. Baard, Mark (2004): *Robots may fight for the Army*. Dostopno na: <http://archiv.infopeace.de/msg03017.html> (12. junij 2007).

39. Crane, David (2007): *Robo-soldier ready for combat deployment to Iraq for urban warfare / CI ops*. Dostopno na: <http://www.defensereview.com/modules.php?name=News&file=article&sid=704> (14. junij 2007).

40. Daniel, Eric (2004): *I, security guard: Robots for Warehouse and Facility Security*. Dostopno na:

http://www.military.com/soldiertech/0,14632,Soldiertech_MDARS,,00.html (19. junij 2007).

41. Defense Update (2007a): *Elbit systems unveils VIPeR, a portable combat robot*. Dostopno na: http://www.defense-update.com/newscast/0307/news/080307_viper.htm (14. junij 2007).

42. Defense update (2007b): *PackBot tactical robot*. Dostopno na: <http://www.defense-update.com/products/p/pacbot.htm> (12. junij 2007).

43. DID (2005): *MTRS to the rescue: RadioShack replaced? (updated)*. Dostopno na: <http://www.defenseindustrydaily.com/2005/09/mtrs-to-the-rescue-radioshack-replaced-updated/index.php> (12. junij 2007).

44. Dunnigan, Jim (2005): *What's really happening with U.S. Future Combat System Project*. Dostopno na: <http://www.strategypage.com/dls/articles/2005816223617.asp> (15. januar 2007).

45. Foster-Miller (2007): *Talon military robots*. Dostopno na: <http://www.foster-miller.com/lemming.htm> (14. junij 2007).

46. Gizmag (2004): *R-Gator unmanned military ground vehicle unveiled*. Dostopno na: <http://gizmag.com/go/3382/> (18. junij 2007).

47. GlobalSecurity (2007a): *Multifunction Utility/Logistics Equipment Vehicle*. Dostopno na: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/fcs-mule.htm> (18. junij 2007).

48. GlobalSecurity (2007b): *Small mobile robot*. Dostopno na: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/smr.htm> (18. junij 2007).

49. Harnden, Toby (2001): *Hawkish nation is prepared for bloody campaign*. Dostopno na: <http://www.telegraph.co.uk/news/main.jhtml?xml=/news/2001/09/20/wus20.xml> (8. januar 2007).

50. Hasim, Ahmed S. (1998): *The revolution in military affairs outside the west*. Dostopno na: <http://www.comw.org/rma/fulltext/hasim.html> (26. februar 2007).

51. Herbert, Simon (1997): *An introduction to the science of artificial intelligence*. Dostopno na: <http://library.thinkquest.org/2705/> (26. avgust 2007).

52. Human Rights Watch Briefing Paper (2005): *U.S. Landmine production and exports*. Dostopno na: <http://hrw.org/backgrounder/arms/arms0805/index.htm> (19. junij 2007).

53. IED Robot (2007): *About the MARCbot*. Dostopno na: <http://iedrobot.com/marcbot/marcbotindex.htm> (11. junij 2007).

54. iRobot (2007a): *iRobot PackBot EOD benefits*. Dostopno na: <http://www.irobot.com/sp.cfm?pageid=165> (11. junij 2007).
55. iRobot (2007b): *iRobot PackBot EOD*. Dostopno na: <http://www.irobot.com/sp.cfm?pageid=171> (11. junij 2007).
56. iRobot (2007c): *iRobot PackBot EOD*. Dostopno na: <http://www.irobot.com/sp.cfm?pageid=172> (11. junij 2007).
57. iRobot (2007d): *iRobot PackBot EOD*. Dostopno na: <http://www.irobot.com/sp.cfm?pageid=170> (11. junij 2007).
58. K.L. (2006): *Roboti kršijo zakon*. Dostopno na: http://24ur.com/bin/article.php?article_id=3071027 (14. junij 2007).
59. Keller, John (2004): *Vetronics of the Future Combat System, Military & Aerospace Electronics*. Dostopno na: http://mae.pennnet.com/Articles/Article_Display.cfm?ARTICLE_ID=213965 (24. avgust 2007).
60. Laptoš, Tomi (2004): *Nanotehnologija I. del*. Dostopno na: <http://slo-tech.com/clanki/04003/04003.shtml> (23. avgust 2007).
61. Lawrence, Keith (2003): *Reviving Draft Would Sway Public Opinion About War*. Dostopno na: <http://dukenews.duke.edu/2003/01/drafttip0109.html> (8. januar 2007).
62. Moravec, Hans (1998): *Kdaj bo računalniška strojna oprema enakovredna človeškim možganom?* Dostopno na: <http://transhumanizem.org/clanki/umetna-inteligenca/racunalniska-strojna-oprema-in-cloveski-mozgani/> (19. avgust 2007).
63. Pedagoška fakulteta Univerze v Mariboru (2000): *Ergonomija*. Dostopno na: http://www.pfmb.uni-mb.si/didgradiva/nastopi/didrac2/00/1/kaj_je_ergonomija.htm (19. avgust 2007).
64. Piquepaille, Roland (2004): *More robots for the Army*. Dostopno na: <http://www.primidi.com/2004/01/30.html> (14. junij 2007).
65. Rogers, A.P.V. (2000): *Zero casualty warfare*. Dostopno na: <http://www.icrc.org/web/eng/siteeng0.nsf/html/57JQCU> (27. november 2006).
66. Rojas, Peter (2004): *The Bloodhound: iRobot's battlefield medical robot*. Dostopno na: <http://www.engadget.com/2004/07/01/the-bloodhound-irobots-battlefield-medical-robot/> (19. junij 2007).
67. Rosina, Dunja (2006): *Zgodovina računalništva*. Dostopno na: <http://www.slo-tech.com/clanki/06004/> (8. september 2007).

68. Shachtman, Noah (2004): *More robots grunts ready for duty*. Dostopno na: <http://www.wired.com/science/discoveries/news/2004/12/65885> (19. junij 2007).
69. SIAI (2007): *What is the Singularity?* Dostopno na: <http://www.singinst.org/overview/whatisthesingularity> (26. junij 2007).
70. Slaver, Vedran (2005a): *Bitka budućnosti – utjecaj sustava C4ISTAR na taktičko ratovanje*. Dostopno na: <http://www.hrvatski-vojnik.hr/> (19. avgust 2007).
71. Slaver, Vedran (2005b): *Nove brigade u kopненоj vojsci SAD-a*. Dostopno na: <http://www.hrvatski-vojnik.hr/> (19. avgust 2007).
72. SPAWAR (2003): *Mobile detection assesment and response system*. Dostopno na: <http://www.nosc.mil/robots/land/mdars/mdars.html> (19. junij 2007).
73. Srednja šola za elektrotehniko in računalništvo (2007): *Program elektrotehnik elektronik*. Dostopno na: <http://www.s-sser.lj.edus.si/nova/index.php?id=71> (20. avgust 2007).
74. Stein, S.D. (2000): *Final Report to the Prosecutor by the Committee Established to Review the NATO Bombing Campaign Against the Federal Republic of Yugoslavia*. Dostopno na: http://www.ess.uwe.ac.uk/Kosovo/Kosovo-International_Law18.htm (27. november 2006).
75. Stevens, Thorn (2006): *iRobot unveils explosive sniffing robot FIDO*. Dostopno na: <http://robotstocknews.blogspot.com/2006/08/irobot-unveils-explosive-sniffing.html> (12. junij 2007).
76. Šolski Center Celje, Višja Strokovna Šola (2007): *Izobraževalni program mehatronika*. Dostopno na: http://vss-ce.com/vss/program_mehatrnika.htm. (20. avgust 2007).
77. Wikipedia, the free encyclopedia (2007a): *Artificial intelligence*. Dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence (24. avgust 2007).
78. Wikipedia, the free encyclopedia (2007b): *Bionics*. Dostopno na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Bionics> (26. avgust 2007).
79. Wikipedia, the free encyclopedia (2007c): *Cybernetics*. Dostopno na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Cybernetics> (19. avgust 2007).
80. Wikipedia, the free encyclopedia (2007d): *Cybernetics*. Dostopno na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Portal:Robotics> (17. junij 2007).

81. Wikipedija, prosta enciklopedija (2007a): *Računalništvo*. Dostopno na: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Ra%C4%8Dunalni%C5%A1tvo> (8. september 2007).
82. Wikipedija, prosta enciklopedija (2007b): *Umetna inteligenca*. Dostopno na: http://sl.wikipedia.org/wiki/Umetna_inteligenca (17. maj 2007).
83. Wotel, Paul (2004): *Analog. Digital. What's the difference*. Dostopno na: <http://telecom.hellodirect.com/docs/Tutorials/AnalogVsDigital.1.051501.asp> (26. avgust 2007).