

**UNIVERZA V LJUBLJANI**  
**FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE**

**Žiga Macedoni**

**Vesoljski bombniki**

**Diplomsko delo**

**Ljubljana, 2009**

**UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE**

**Žiga Macedoni**

**Mentor: red. prof. dr. Anton Žabkar**

**Vesoljski bombniki**

**Diplomsko delo**

**Ljubljana, 2009**

*Ni imen.*

*So samo dobri mentor, moja boljša  
polovica, starši, sošolci, prijatelji  
in vsi, ki so me dan za dnem podpirali  
ter brzdali moje živce.*

*Prisrčna hvala vsem.*

## **VESOLJSKI BOMBNIKI**

V sodobnem času smo priča militarizaciji vesolja, ki se od tiste v hladni vojni razlikuje po eni izredno pomembni lastnosti. Ne gre več za doseganje nacionalnega prestiža in tekmovanja, kdo bo prvi pristal na Luni ali na kakšnem drugem planetu, ampak se vodilne države na področju vesoljske tehnologije še predobro zavedajo pomembnosti integracije sodobnih vesoljskih oborožitvenih sistemov v sodobne vojaške spopade. Čeprav še ne moremo govoriti o vesolju kot o bojišču, pa se je bojno polje vsaj posredno razširilo tudi onkraj atmosfere. Pravni sistem lahko bolj kot ne od daleč in zvezanih rok opazuje, kako se države spretno izogibajo mednarodni pravni zakonodaji pod pretvezo, da v vesolje nameščajo sisteme za pridobivanje energije z namenom zmanjšati okolijsko onesnaževanje. Po hladni vojni smo priča tudi številnim skupnim odpravam v vesolje, kjer velesile gojijo zavezniške odnose in poskušajo prikriti vesoljsko oboroževalno tekmo. V ozadju pa se bije neizprosni boj za nadzor vesoljskega prostora. Bolj kot lastiti si vesoljski prostor si države prizadevajo nadzorovati vesolje v tolikšni meri, da lahko nemoteno opazujejo, kaj počne njihova konkurenca. Vendar pa nam po doslej znanih podatkih ne prinaša nič optimističnega, saj se na videz nedolžno opazovanje hitro lahko sprevrže v pravo bitko za sleherni košček breztežnostnega prostora.

Ključne besede: militarizacija vesolja, vesoljska letala, oboroževalna tekma, orožja prihodnosti, vesoljska zakonodaja.

## **SPACE BOMBERS**

The militarization of space today is much different as it was in Cold war. The main goal of rivalry between lead countries in space technology is not national prestige or competition who is gonna be the first one on the Moon's surface. These countries see very clearly how important is the integration of modern space systems in modern wars. Thus we cannot say that space is a battlefield like we know on sea, land or in the air yet but we can assume that outer space is sometimes treated like it would be. International space law cannot do much about it until countries placing and using their space technology in the outer space while pretending they help to save the Earth from global pollution. Since the end of Cold war there have been many international missions to space where have USA, Russia and China cultivated their friendship but they are probably just trying to cover the international space race. But beyond that an inexorable battle for space control has become the main goal of all countries. Maybe now these countries are satisfied with systems for early warning but we cannot be very optimistic about what will come in the future.

Tags: militarization of space, space plane, space race, future weapons, space law.

## KAZALO

<b>1 UVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>2 METODOLOŠKI OKVIR</b> .....	<b>9</b>
2.1 OPREDELITEV PREDMETA PREUČEVANJA .....	9
2.2 CILJI PREUČEVANJA .....	10
2.3 HIPOTEZE.....	10
2.4 UPORABLJENA METODOLOGIJA.....	11
<b>3 TEMELJNI POJMI</b> .....	<b>12</b>
3.1 DOKTRINA .....	12
3.1.1 Vesoljska doktrina.....	13
3.1.2 Primer razvoja vesoljske doktrine – Sovjetska zveza .....	14
3.2 VOJAŠKA DOKTRINA VS. VOJAŠKA STRATEGIJA .....	16
3.3 OBOROŽEVALNA TEKMA .....	16
3.3.1 Vesoljska oboroževalna tekma.....	16
<b>4 ZRAČNA IN VESOLJSKA MOČ</b> .....	<b>17</b>
4.1 POMEN ZRAČNIH SIL .....	17
4.2 KONCEPT NEDELJIVOSTI ZRAČNE MOČI.....	18
4.3 KONCEPT NEDELJIVOSTI ZRAČNO-VESOLJSKE MOČI.....	20
4.4 NAČELA VOJSKOVANJA ZRAČNIH IN VESOLJSKIH SIL .....	21
4.4.1 Ofenzivnost.....	21
4.4.2 Koncentracija moči.....	21
4.4.3 Manever .....	21
4.4.4 Presenečenje .....	22
4.4.5 Ekonomičnost uporabe sile in varnost lastnih sil.....	22
4.5 POMEN PREMOČI V ZRAKU IN VESOLJU .....	22
4.6 ZRAČNE IN VESOLJSKE SILE IN INFORMACIJSKA PREMOČ .....	23
4.7 FUNKCIJE VESOLJSKE MOČI.....	24
4.7.1 Protivesoljsko bojevanje .....	24
4.7.2 Vesoljska logistika .....	24
4.7.3 Obveščevalna dejavnost, nadzor in izvidovanje.....	25
4.7.4 Navigacija, pozicioniranje in meteorologija.....	26
<b>5 KARAKTERISTIKE VESOLJA IN VPLIVI NA DELOVANJE VESOLJSKIH SISTEMOV</b> .....	<b>26</b>
5.1 ZGODNJI ZAČETKI RAZISKOVANJA VESOLJA.....	26
5.2 KARAKTERISTIKE VESOLJA IN VPLIVI NA RAZVOJ OBOROŽITVENIH SISTEMOV .....	27
5.3 ZGRADBA IN ZNAČILNOSTI ATMOSFERE .....	28
5.3.1 Gostota zraka in njen vpliv na padanje telesa .....	29
5.4 ORBITA .....	30
5.4.1 Višina .....	30
5.4.2 Inklinacija .....	31
5.4.3 Oblika .....	31
5.4.4 Vrste satelitov v posamezni orbiti .....	32
5.5 NEBESNA MEHANIKA.....	32
5.5.1 Utirjanje satelita .....	33
5.6 VAN ALLENOVI PASOVI.....	34
5.7 IZPOSTAVLJENOST SATELITOV GLEDE NA NJIHOV POLOŽAJ.....	34
5.8 STROŠKI PREVOZA KORISTNEGA TOVORA .....	35
<b>6 HLADNA VOJNA IN BITKA ZA PREVLADE V VESOLJU</b> .....	<b>36</b>

6.1 ZGODNJI RAZVOJ RAKETNE ZNANOSTI .....	36
6.2 ZAČETKI HLADNE VOJNE .....	38
6.3 IZSTRELITEV PRVEGA SATELITA IN USTANOVITEV NASE .....	39
6.4 PRVI VOJAŠKI VESOLJSKI PROGRAMI .....	41
6.5 OBDOBJE PROTISATELITSKIH OROŽIJ .....	43
6.6 »VOJNA ZVEZD«.....	45
6.7 VKLJUČITEV DRUGIH DRŽAV V VESOLJSKE OPERACIJE.....	49
<b>7 VKLJUČITEV VESOLJSKIH SISTEMOV V VOJAŠKE OPERACIJE PO HLADNI VOJNI .....</b>	<b>49</b>
7.1 ZAVEDANJE POMEMBNOСТИ SATELITOV .....	50
7.2 CLINTONOVA ADMINISTRACIJA .....	50
7.3 BUSHEVA ADMINISTRACIJA.....	52
<b>8 VESOLJSKA ZAKONODAJA .....</b>	<b>55</b>
8.1 SAMOOBRAMBNE CONE.....	55
8.2 ZAKON O UPORABI VESOLJA 1967 .....	56
8.3 PROBLEMI OMEJEVANJA PROTISATELITSKEGA OROŽJA .....	57
<b>9 SODOBNA VESOLJSKA VOJAŠKA PLOVILA.....</b>	<b>59</b>
9.1 PROJEKT »DYNASOAR«.....	60
9.2 PROGRAM FOBS .....	61
9.3 TAJNI PROGRAM »BLACKSTAR« .....	63
9.4 SODOBNE ZAHTEVE PRI RAZVOJU VOJAŠKIH VESOLJSKIH LETAL .....	64
9.5 NOVA GENERACIJA BOMBNIKOV .....	65
9.5.1 X-37.....	66
9.5.2 X-40.....	67
9.5.3 <i>Koncept HyperSoar</i> .....	68
9.5.4 <i>Program FALCON</i> .....	70
<b>10 OBOROŽITEV SODOBNIH VOJAŠKIH VESOLJSKIH PLOVIL .....</b>	<b>74</b>
10.1 LASERJI .....	74
10.1.1 <i>Zračni laser</i> .....	75
10.1.2 <i>Koncept vesoljskega laserja</i> .....	78
10.1.3 <i>Sončna energija kot izvor vesoljskega laserja</i> .....	80
10.2 SATELITSKI PRESTREZNIKI .....	80
10.3 VISOKOENERGIJSKI VALOVI IN ELEKTROMAGNETNI PULZI .....	81
10.4 KINETIČNA OROŽJA.....	82
10.5 VPLIV SODOBNIH OROŽIJ NA PROTILETALSKO OBRAMBO .....	85
10.5.1 <i>Model za izračun obrambne učinkovitosti obrambe proti balističnim raketam</i> .....	86
10.5.2 <i>Geostrateški pomen in globalna perspektiva protiletalske in protibalistične obrambe v prihodnosti</i> .....	89
<b>11 ZAKLJUČEK .....</b>	<b>94</b>
<b>12 LITERATURA.....</b>	<b>96</b>

## KAZALO SLIK IN TABEL

Slika 10.1: Model celovite obrambe ZDA pred ruskimi balističnimi raketami .....	91
Slika 10.2: Shema napada na ZDA iz Severne Koreje. ....	92
Slika 10.3: Primer napada na ZDA iz Irana.....	92
Slika 10.4: Prikaz časovnice za prestrežanje balističnih raket.....	93

## SEZNAM KRATIC

ABL	Airborne Laser (zračni laser)
ALL	Airborne Laser Laboratory (zračni laserski laboratorij)
ALTAIR	Advanced Long Range Tracking and Identification Radar (radar dolgega dosega)
ASAT	Anti-satellite weapon (protisatelitsko orožje)
CAV	Common Aero Vehicle (običajno zračno plovilo)
DARPA	Defence Advance Research Project Agency (Agencija za nadaljnje obrambne raziskave)
DSB	Defence Science Board (Znanstveni odbor za obrambo)
EHF	Extremely high frequency (ekstremno visoka frekvenca)
ELV	Expendable Launch Vehicle (raketa za večkratno uporabo)
ESA	European Space Agency (Evropska vesoljska agencija)
FOBS	Fractional Orbital Bombardment System (frakcijski orbitalni sistem za bombardiranje)
GEO	Geostationary Orbit (geostacionarna orbita)
HPM	High-power microwave (visokoenergijski mikrovalovi)
ICBM	Intercontinental Ballistic Missile (medcelinska balistična raketa)
IFX	Integrated Flight Experiment (integrirani letalski eksperiment)
INCSEA	Incident at Sea Agreement (sporazum o incidentih na morju)
IRBM	Intermediate-Range Ballistic Missile (balistična raketa srednjega dosega)
JAXA	JAXA Japan Aerospace Exploration Agency (Japonska vesoljska raziskovalna agencija)
JDAM	Joint Direct Attack Missile (komutativna usmerjena raketa)
KEW	Kinetic-energy weapon (kinetično orožje)
LADAR	Laser Detection and Ranging (lasersko odkrivanje in merjenje razdalj)
LEO	Low-Earth Orbit (nizka zemeljska orbita)
LOCAAS	Low-Cost Autonomous Attack System (nizkocenovni avtonomni napadalni sistem)
MDA	Missile Defence Agency (Agencija za raketno obrambo)
MEO	Middle-Earth Orbit (srednja zemeljska orbita)
MSP	Military Space plane (vojaško vesoljsko letalo)
NACA	National Advisory Committee for Aeronautics (Nacionalni svetovadni komite za aeronavtiko)
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Narodna zrakoplovna in vesoljska uprava)
NSDD	Nacional Security Decision Directive (nacionalno-varnostna direktiva)
RLV	Reusable Launch Vehicle (plovilo za večkratno uporabo)
SALT	Strategic Arms Limitation Talks (pogovori o omejevanju oboroževanja)
SBL	Space-borne Laser (vesoljski laser)
SDI	Strategic Defense Initiative (Pobuda za strateško obrambo)
SMV	Space Maneuver Vehicle (vesoljsko manevrirno plovilo)
SPADOC	SPADOC Space Defence Operation Center (Center za vesoljske obrambne operacije)
SPOT	SPOT Satellite Pour l'Observation de la Terre (satelit za opazovanje zemeljskega površja)
SUSTAIN	Small Unit Space Transport and Insertion (vesoljski transport in vrinjenje majhnih enot)
USSAC	USSAC United States Strategic Air Command (Strateško zračno poveljstvo ZDA)
USSPACECOM	United States Space Command (Vesoljsko poveljstvo ZDA)
WSMC	Western Space and Missile Center (Zahodni vesoljski in raketni center)
ZDA	Združene Države Amerike

## 1 UVOD

Človek je že od svojega obstoja nagnjen k radovednosti, kar posledično pomeni, da vedno znova hoče nekaj novega in neprestano raziskuje. Zmotno bi bilo misliti, da se naši predniki pred 4.000 leti niso ozrli v nebo. Nespametno bi bilo misliti, da primitivna ljudstva niso znala prepoznati, da se določeni pojavi na nebu ponavljajo. Prvi zapisi o človeštvu že opisujejo noč in dan, neko svetleče telo na nebu podnevi in drugo svetleče telo ponoči. Vsekakor so telesa v vesolju in pojavi na nebu od nekdanj dražili naše možgane, a si jih dolgo časa nismo znali razložiti. Toda v prejšnjem stoletju smo stopili v čas, ko lahko določene stvari v vesolju tudi pobliže ogledamo, jih celo otipamo in neki del prinesemo tudi na zemljo za prihodnje raziskave. Vsega tega pa ne bi bilo, če ne bi bilo določenih posameznikov, ki so vse življenje posvetili razvijanju novih in novih tehnologij ter tehnik, zaradi katerih danes nemoteno vstopamo v zemeljsko orbito in še naprej.

Čeprav se nam včasih zdi, da je Niel Armstrong šele včeraj stopil na Luno, je od takrat minilo že kar nekaj let. In v vseh teh letih tehnologija vsekakor ni počivala, kaj šele nazadovala. Polovico prejšnjega stoletja smo spremljali grozote hladne vojne, ki se morda niso odražale navzven kot običajni oboroženi spopadi, ampak je bilo v ozadju vsekakor vroče. Glavni vlogi so seveda odigrale Sovjetska zveza in ZDA s svojimi zaveznicami. Tekmovali sta v vsem mogočem, najbolj seveda v kvantiteti oborožitvenih sistemov in v njihovi tehnološki dovršenosti. Vendar pa takrat širša populacija razen televizijskih prenosov ni imela posebne koristi od vesoljske tehnologije, saj je napredek v vesoljski znanosti takrat pomenil le nacionalni prestiž. Po hladni vojni, predvsem pa v današnjem času, je stvar popolnoma drugačna. Ljudje si skoraj ne moremo predstavljati življenja brez televizije, prenosnih telefonov, sodobnih računalnikov, GPS-navigacije itn., kar nam seveda omogočajo sodobni umetni sateliti. Da je tehnika v pol stoletja tako hitro napredovala, se moramo »zahvaliti« konkurenčnosti in tekmovanju med velikimi državami. Vendar pa so z številnimi prednostmi, ki nam jih omogoča izraba vesolja, prišle tudi določene nevarnosti in grožnje. V prihodnosti lahko pričakujemo namestitev določenih oborožitvenih sistemov v orbiti, kar zagotovo ni optimistično, kaj šele zaupanja vreden proces.



Kaj naš čaka v prihodnosti, ne piše nikjer in tudi nihče ne more vedeti. Lahko pa potegnemo nekakšne smernice glede na stopnjo razvitosti vesoljskih oborožitvenih sistemov. Ravno zaradi radovednosti po nečem novem, po nečem še ne odkritim sem se odločil za tovrstno temo, ki je morda za študij obramboslovja, kot ga poznamo pri nas, malce nenavadna, včasih že filmska. A ne glede na to v senci vseh svetovnih gospodarskih in političnih kriz, mednarodnih operacij v podporo miru ter terorističnih napadov poteka obširen proces, ki zajema več pomembnih segmentov današnje družbe. Militarizacija vesolja je izzvala tako znanstvenike vojaške stratege, politične vodje, pravnike kot vso svetovno javnost, da podajo svoja prepričanja, zahteve in vsesplošni odziv na dejstvo, da bosta nekoč Luna in Mars postala samo še ena izmed priljubljenih turističnih točk ter da se lahko kmalu medplanetarni prostor spremeni v krvavo bojno polje.

## **2 METODOLOŠKI OKVIR**

### **2.1 Opredelitev predmeta preučevanja**

Vesoljska znanost na vojaškem področju je trenutno še rezervirana za majhno število držav. Čeprav je vsako leto število tistih, ki se vključujejo na konkurenčni mednarodni vesoljski trg, povečuje, je področje, vsaj kar se tiče vojaškega dela, zavito v tajnost. En razlog za to je dejstvo, da je vesoljski medij odmaknjen od oči javnosti in moramo verjeti strokovnim publikacijam ter uradnim izjavam služb za stike z javnostmi, po drugi strani pa se nobena država noče izpostavljati, kajti hitro bi lahko naletela na očitke, da znova izziva oboroževalno tekmo v takem smislu, kot smo jo poznali 30 let nazaj. Vsak dan smo priča kakšni novi tehnologiji, ki nam »lajša« naš vsakdan, a vendar se moramo zavedati da v senci tega poteka obširen proces, ki lahko privede tudi do katastrofalnih posledic. Zato je treba militarizacijo vesolja preučiti na širši ravni, z vsemi pogoji in zahtevami sodobne družbe, vzroki za ta pojav ter podati morebitne smernice za prihodnost. Prav tako pa je vzporedno s tem treba tudi ožje analizirati, kakšni oborožitveni sistemi so danes razviti, kakšne so njihove zmogljivosti in kakšen vpliv imajo ti sistemi na sodobno modernizacijo bojišča v ožjem in širšem smislu.

## 2.2 Cilji preučevanja

Cilji preučevanja so:

- definirati temeljne pojme v zvezi z opredelitvijo vojaške znanosti;
- definirati temeljne zakonitosti vesolja;
- predstaviti in opredeliti temeljne značilnosti sodobnih oborožitvenih sistemov ter njihovega vpliva na sodobno vojaško okolje;
- naštet, opredeliti in analizirati glavne vzroke, dejavnike in pogoje za začetek vesoljske tekme ter povzeti razvoj vesoljskih oborožitvenih sistemov v sodobni zgodovini;
- predstaviti glavne omejitve razvoja vesoljskih orožij s stališča mednarodnega civilnega in vojnega prava;
- ugotoviti, na kateri stopnji je militarizacija vesolja danes in kaj lahko od nje pričakujemo v prihodnosti;
- podrobno analizirati sodobne vesoljske oborožitvene sisteme, jih vključiti v sodobno okolje in ugotoviti, kje se skladajo in kje razhajajo s temeljnimi načeli vojskovanja;
- podati smernice za prihodnost bojnega delovanja v vesolju in njegove uporabe v vojaške namene.

## 2.3 Hipoteze

▪ **H1:** Koncept nedeljivosti zračne moči se v sodobnem svetu prenaša tudi na vesoljske sile. Še manj kot pol stoletja nazaj je vladalo prepričanje, da je zračne sile treba deliti na strateške jedrske in taktične konvencionalne. Krvave vojne so to prepričanje dokončno izpodbile. Prav zaradi spoznanja, da je cilj tisti, ki opredeljuje strateško in taktično komponento oboroženih sil, govorimo danes o zračno-vesoljskih ali celo o vesoljsko-zračnih silah.

- **H2:** Zaradi vsestranske zmogljivosti sodobnih vesoljskih oborožitvenih sistemov je mednarodna civilna in vojaška zakonodaja brez prepotrebne moči za omejitve oboroževanja vesolja.

Vesoljski sistem, ki ga uporabljamo v vsakdanjem, je lahko hitro preurediti v oborožitveni sistem ter ga preusmeriti na zastavljeno misijo. Zaradi mnogoterosti nalog, ki jih ti sistemi lahko

izvajajo, in zaradi odmaknjenosti od oči širše množice je trenutno še nemogoče izdelati zakonodajo, ki bi nekaj izrazito dovoljevala ali prepovedala.

- **H3:** V prihodnosti lahko pričakujemo bitko za medplanetarni prostor.

Danes se bojevanje v vesolju morebiti zdi še znanstvena fantastika in se vse vesoljske sile usmerjajo k delovanju proti objektom na zemlji. Toda ko bodo na nekem drugem planetu odkrili pogoje za življenje in obstoj človeka, se prostor nad nami lahko sprevrže v krvav bojni prostor.

## 2.4 Uporabljena metodologija

Pri izdelavi diplomskega dela sem uporabil več različnih raziskovalnih metod, in sicer:

- (1) **metodo zbiranja primarnih in sekundarnih virov**, ki je predpogoj za uporabo nadaljnjih metod;
- (2) **metodo analize in interpretacije primarnih virov**, s pomočjo katere sem raziskal uradne dokumente, pravne akte in zakonodajo, ki so mi koristili pri definiranju pojmov, razjasnitvi okoliščin, splošnemu razumevanju pravnih omejitev uporabe vesoljskih oborožitvenih sistemov;
- (3) **metodo analize in interpretacije sekundarnih virov**, na podlagi katere sem predelal in analiziral strokovne publikacije, kot so knjige, zborniki, članki ter druga raziskovalna dela tako v elektronski kot tudi v tiskani obliki, kar mi je koristilo pri pojasnjevanju tez, potrjevanju dejstev in pridobivanju podatkov ter informacij;
- (4) **deskriptivno metodo**, s katero sem opisal predvsem pojme, ki se nanašajo na vesoljsko oboroževalno tekmo ne glede na besedno vrsto;
- (5) **primerjalno-pravno metodo**, na podlagi katere sem naredil primerjalno analizo posameznih zakonov in drugih pravnih aktov;
- (6) **metodo zgodovinske analize**, ki sem jo uporabil pri analiziranju nekaterih pomembnejših zgodovinskih primerov iz obdobja hladne vojne in po njej;
- (8) **študijo primerov**, uporaba katere je razvidna predvsem v poglavju o podrobnih opisih sodobnih vesoljskih oborožitvenih sistemov.

## **3 TEMELJNI POJMI**

### **3.1 Doktrina**

Vojaška doktrina so sprejeta načelna stališča o organiziranju, uporabi in delovanju oboroženih sil pri vojaški obrambi države in izvajanju drugih nalog, s katerimi se uresničuje njena obrambna strategija. Določa temeljna načela, po katerih oborožene sile ali njeni deli usmerjajo svoje delovanje na obrambno-varnostnem področju, da bi podprli nacionalne interese in cilje.

Vojaška doktrina je najvišji vojaško-strokovni dokument in temelji na zgodovinskih izkušnjah in teoretičnih spoznanjih o vojskovanju. Je obvezujoča, vendar zahteva preudarnost pri uporabi v praksi. Namenjena je poveljnikom in nosilcem načrtovanja razvoja in uporabe oboroženih sil ter izvajalcem izobraževanja in usposabljanja, cilj pa je v praksi zagotoviti enotna izhodišča pri uresničevanju poslanstva v miru in vojni danes in v bližnji prihodnosti. Doktrina služi tudi za obveščanje preostalih struktur sistema nacionalne varnosti, zaveznikov, mednarodnih organov in teles v okviru varnostih in političnih povezav ter za obveščanje širše javnosti o uporabi oboroženih sil.

Poleg izkušenj iz preteklosti na oblikovanje doktrine v enaki meri vpliva tudi tehnološki razvoj novih orožij. Tako je imel pojav avtomatskega orožja, podmornic in letal velik učinek na vojaške doktrine. Vendar pa se moramo zavedati, da bo vsako orožje, naj bo še tako izpopolnjeno, enkrat premagano in zastarelo. Po drugi strani pa moderna tehnologija ne more nadomestiti ustreznih urjenj in izurjenih vodij (Myers 1986, 25).

Nova orožja izboljšujejo zmožnosti obstoječih oboroženih sil, medtem ko inovacije pri pogonskih sistemih, materialih in elektroniki radikalno spreminjajo te zmogljivosti. Povečanje dometov in natančnosti raket ter doletov letal zaradi razvitega polnjenja rezervoarjev v zraku omogočajo globalno pokritost in izredno hitre reakcijske sposobnosti, tako da mora zračna in vesoljska doktrina vsebovati tudi globalno perspektivo (Myers 1986, 26).

Pri vsem tem je treba najti pravo razmerje med kakovostjo in kvantiteto, to pomeni med tehnološko dovršenostjo nekega sistema in številom teh sistemov. Manjše število dražjih multifunkcionalnih letal je dragocenejše kot večje število cenejših letal z omejenimi sposobnostmi, vendar pa so manj priljubljeni v tveganih situacijah. Izguba enega multifunkcionalnega sistema lahko pomeni močan udarec za vojaško zmogljivost posameznih oboroženih sil (Myers 1986, 26).

### **3.1.1 Vesoljska doktrina**

Če želimo vesoljskim silam neke države vtisniti enotno, skupno vizijo, moramo oblikovati doktrino vesoljskih sil, pri kateri moramo upoštevati in povezati izkušnje iz zgodovine, smernice tehnološkega razvoja in naše poglede na prihodnost. Izkušnje iz zgodovine vesoljske moči so nasičene s primeri predanosti in žrtvovanja tistih, ki so služili vesoljskim silam neke države. Te izkušnje so preživele do danes in se odražajo v temeljnih načelih vojskovanja in načelih vesoljske moči. Ta načela pa moramo gledati skozi zmožnosti sodobne vesoljske moči.

Vesoljska doktrina je izjava o uradno sprejetih prepričanjih in načelih vojskovanja, ki opisujejo in narekujejo primerno uporabo vesoljskih sil v vojaških operacijah. Doktrina podaja skupen okvir, kako najbolje pripraviti in uporabiti vesoljske sile. Poleg tega vesoljska doktrina tvori način, po katerem neka država organizira, uri, oskrbuje in ohranja svoje sile. Skupaj s temeljnimi vrednotami in načrti doktrina pripravlja na prihodnje negotovosti ter vsebuje skupek razumevanj, na podlagi katerih se piloti odločajo. Vesoljska doktrina naj bi kodificirala zbrano modrost in podala okvir za pripravo, načrtovanje in izvedbo vesoljskih operacij. Vsebuje znanost iz študij in analize preteklih izkušenj, bodisi iz posamezne bitke ali celotne operacije bodisi iz preizkusov in vaj. Poudariti moramo, da se doktrinalni razvoj ne sme nikoli končati. Inovacije so bile vedno ključnega pomena za doktrinalni razvoj in morajo še naprej igrati glavno vlogo. Vsaka doktrina se nenehno spreminja, kajti nova znanja in prednosti sodobne tehnologije kažejo pot oboroženim silam v prihodnosti (US Air Force 1997a, 1).

Nadzorovanje vesolja zahteva vsestranske protisatelitske sisteme in podporni sistem, ki zajema odkrivanje, obveščanje, analiziranje, poveljevanje in nadzor. Z vsem tem sovražniku omejimo njegove zmogljivosti v vesolju. Vesoljske aktivnosti obsegajo poveljevanje in nadzor, komuniciranje, navigacijo, opazovanje okolja, opozarjanje, nadzor in uporabo sile. Načela in cilje ZDA v vesolju je novembra 1989 predsednik Bush predstavil v okviru nacionalne vesoljske politike. Dokument med drugim navaja, da je namen vseh aktivnosti v vesolju podpirati pravico do samoobrambe v vesolju in da ZDA odločno zavračajo poskuse katerekoli države prilastiti si vesolje. Prav tako zavračajo kakršnekoli omejitve pridobivanja podatkov iz vesolja za v vesolju prevladujoče države. ZDA pojmujejo vse vesoljske sisteme katerekoli države kot nacionalno lastnino tiste države s pravico uporabe, toda brez motenja ali oviranja drugih sistemov. Namerno oviranje se pojmuje kot kršitev suverenosti sleherne države v vesolju (Army Space Reference Text 2001).

Ker politični cilji zahtevajo kritični nastop in varnost vesoljskih sistemov, so mora vesolje obravnavati kot vojno okolje in ne kot zatočišče pred konflikti. V vojnem stanju morajo biti vesoljski sistemi sposobni izvajati štiri osnovne operacije: podporo in logistiko, uporabo sile, povečanje bojne moči in nadzor vesolja. Podpora in logistika zajemata vse vrste izstrelitev in odkrivanje sovražnih satelitov. Uporaba sile v tem primeru pomeni napad iz vesolja na cilje na zemlji. Povečanje bojne moči zajema pridobivanje informacij iz vesoljskih sistemov za potrebe konvencionalnih vojn (podatki o vremenu, navigacija, komunikacija, izvidovanje itd.). In navsezadnje nadzor vesolja pomeni zagotovitev svobodnega delovanja v vesolju. Vse te misije morajo delovati povezano. Na primer povečanje bojne moči je odvisno od nemotenega delovanja satelitov, kar pa zagotavlja nadzor vesolja (Petersen 1991, 42-43).

### **3.1.2 Primer razvoja vesoljske doktrine – Sovjetska zveza**

Sovjetska zveza je v vesolju videla nov bojni prostor. Sovjetska vesoljska doktrina je poudarjala integracijo vesoljskih sil z drugimi zvrstmi oboroženih sil in imela hkrati dve komponenti, politično in vojaško-tehnično. Politična komponenta opisuje vojno na splošno in poudarja državne cilje. Vesoljske sile bi tukaj v svoji moči pripomogle k uresničevanju teh

ciljev. Po drugi strani pa se vojaško-tehnična osredotoča na uporabo materialno-tehničnih sredstev v vojni.

Sovjetska vojaška doktrina med drugim navaja tudi organiziranost oboroženih sil, urjenje in pripravo na vojno tako vojakov kot tudi civilnega prebivalstva ter razvoj novih orožij. Tako je vojaška doktrina igrala glavno vlogo v sovjetski družbi. V zaključnem poročilu s simpozija o vojaški vesoljski doktrini iz leta 1981 je bilo med drugim zapisano, da je treba vesolje obravnavati kot morebitni prostor za spopad in da morajo biti vesoljske sile integrirane v strukturo celotnih oboroženih sil SZ pod enotno vojaško filozofijo osvajanja vojn.

Prvi zapisi o uporabi vesolja v vojaške namene pri Sovjetski zvezi segajo v zgodnja 60. Izdaje z naslovom Vojaška strategija, katerih urednik je bil maršal V. D. Sokolovski, so izšle 1962, 1963 in 1968. V prvi izdaji je zapisano, da zračno obrambo sestavljajo protiraketne sile in protivesoljska obramba. V drugi izdaji pa je vesoljsko bojevanje podrobneje predstavljeno. Med drugim je zapisano, da predstavlja hiter razvoj vesoljskih plovil in umetnih zemeljskih satelitov, ki se jih lahko uporablja za različne namene, tudi za jedrska orožja, posebno težavo, zato je treba razviti primerno obrambo. Poleg tega dokument navaja, da bi bilo za zdaj prenašlo sklepati, katero pot bomo ubrali pri reševanju omenjene težave, ampak skladno s pojavom takih ofenzivnih orožij se bodo pojavila tudi defenzivna (Petersen 1991, 85).

V 70. je sovjetska literatura začela opozarjati na vesolje kot prizorišče vojaških operacij. Nekateri so na podlagi tega koncepta sklepali, da to potrjuje načrte Sovjetske zveze za bojevanje v vesolju. Sovjetska vojaška doktrina podpira nastop z vsemi silami, kar vključuje tudi protiraketne in protivesoljske sile. Medtem ko doktrina poudarja neustavljivo in ofenzivno uporabo superiorne vojaške sile, s tem aplicira tudi na vesoljske operacije. Sovjetske oborožene sile naj bi bile opremljene z vsemi sredstvi, potrebnimi za doseg in ohranitev premoči v vesolju, bodisi z omejevanjem dostopa drugim državam do vesolja bodisi zagotoviti največjo mogočo podporo iz vesolja za ofenzivne in defenzivne vojaške operacije na kopnem, morju, v zraku in vesolju.

### **3.2 Vojaška doktrina vs. vojaška strategija**

Vojaška doktrina opisuje, kaj bi moralo biti narejeno, da se dosežejo vojaški cilji, vojaška strategija pa, kaj bo narejeno za doseg vojaških ciljev. Strategija se oblikuje prek politik in usmeritev v široke cilje ter prek načrtov za njihovo uresničitev. Doktrina izhaja iz vojaške teorije in prakse ter usmerja k najboljšemu izkoristku vojaške moči, medtem ko so politični, ekonomski in socialni odnosi ključni dejavniki pri izbiri strategije, pri katerem pa ne smemo pozabiti, da slednja še vedno izhaja iz vojaške doktrine (US Air Force 1997b, 4).

### **3.3 Oboroževalna tekma**

Termin oboroževalna tekma v čisto pravem pomenu besede pomeni resnično in očitno bojevanje med dvema ali več državami ali celo med zvezami držav za doseganje vojaške premoči in prevlade. Vsaka izmed teh držav se v čim večji mogoči meri zavzema, da bi proizvedla večje število orožja, močnejše vojaške sile, boljše tehnološko dovršenost in konstantno prednost v tehnologiji pred njeno nasprotnico. Danes se termin uporablja za kakršnokoli tekmovanje med dvema nasprotnikoma brez določenega cilja, pri čemer se omenja samo t. i. relativni cilj ostati v prednosti pred nasprotnikom. Nuklearna oboroževalna tekma oz. jedrska proliferacija pa pomeni znatno večanje lastnega jedrskega arzenala ob prepričanju, da več kot ga imamo, močnejši smo. V hladni vojni med ZDA in Sovjetsko zvezo se je izkazalo, da to še zdaleč ne velja. Ima pa jedrska proliferacija dve razsežnosti – vertikalno in horizontalno. V nasprotju z vertikalno jedrsko proliferacijo, ki preprosto pomeni količinsko in kakovostno rast arzenala držav, ki imajo jedrsko orožje, pomeni horizontalna jedrska proliferacija večanje števila držav, ki so na kakorkoli uporabile jedrsko orožje – bodisi so ga odvrogle na sovražno ozemlje bodisi samo izvedle jedrski poskus.

#### **3.3.1 Vesoljska oboroževalna tekma**

Vesoljska tekma se prvič omenja po koncu druge svetovne vojne, ko je prišlo do pospešenega raziskovanja vesolja ZDA in Sovjetske zveze, pri čemer sta ti dve velesili med seboj zavzeto tekmovali. Ta tekma je svoj vrhunec dosegla med letoma 1957 in 1975, ko sta obe



velesili pospešeno izdelovali umetne satelite za raziskovanje vesolja ter v neznano pošiljali živa bitja. Vesoljska oboroževalna tekma je imela velik pomen na kulturno, tehnološko in ideološko rivalstvo med hladno vojno. Postala je pomemben segment splošne oboroževalne tekme, kajti imela je vpliv tako na vojaške aplikacije kot tudi na moralno-sociološke prednosti.

Dokaj natančno lahko povemo, kdaj se je vesoljska oboroževalna tekma začela. Vendar pa to ne velja za njen konec. Čeprav se je proti koncu hladne vojne zadeva malce umirila, je bilo zelo napeto ob koncu 20. stoletja, ko je Evropska vesoljska agencija (ESA) predstavljala izredno močno konkurenco NASI v komercialnih poletih v vesolje. V zadnjem času smo priča tudi preboju drugih držav, ki imajo določene vesoljske zmogljivosti. Čeprav imajo znatno manjše za to namenjene proračune, se Kitajska, Japonska in Indija zelo hitro razvijajo na tem področju (Lucas in Paul 2004).

## **4 ZRAČNA IN VESOLJSKA MOČ**

### **4.1 Pomen zračnih sil**

Hitrost, doseg, prilagodljivost, okretnost in trdovratnost zračnih in vesoljskih sil omogočajo operacije v še tako odročnih krajih ter spopadanje s še tako zahtevnimi izzivi sodobnih vojn. Ta načela in karakteristike zahtevajo od pilotov edinstveno operativno raven pri izvajanju operacij.

Zračne sile povzročajo širok spekter učinkov, od minimalnih, diskretnih in preciznih do uničujočih učinkov. Zaradi hitrega izvajanja teh učinkov se lahko vojaški vodje hitro prilagodijo spremembam v okolju in zahtevam vojne same. Pravilna integracija vseh funkcij letalskih sil omogoča prožnost v razvoju strategije in operativnih ter taktičnih načrtov (US Air Force 1997a, 10).

## 4.2 Koncept nedeljivosti zračne moči

Doktrina pred 2. svetovno vojno je poudarjala nepremagljivost masovnih formacij bombnikov, povojna doktrina pa se je opirala na potrebo po strateškem jedrskem bombardiranju. Obe doktrini sta zavračali zahtevo po fleksibilnosti v zraku. Danes je seveda jasno, da jedrski napad ni naloga izključno zračnih sil, čeprav še vedno pogosto povezujemo bombnike s strateškimi jedrskimi misijami in z vizijami o desetkanju prebivalstva (Myers 1986, 5).

Koncept nedeljivosti zračne moči ima svoje korenine v 2. svetovni vojni, kajti predvojna doktrina si je prizadevala za deljene operacije težkih bombnikov in lovskih enot ter ob tem dajala poudarek na strateške operacije. Tisti, ki so razvijali to predvojno doktrino, so predlagali strateško ofenzivo, ki je temeljila na prepoznavanju zmožnosti velikih, težko oboroženih formacij nezaščitenih bombnikov z namenom prebiti sovražnikovo obrambo in zadati odločilni udarec njihovi domovini ter volji. Ta prezaposlenost strateških sil ni povzročila samo pomanjkanja ustrezne premoči v zraku in taktičnih ofenzivnih zmožnosti, ampak je tudi onemogočila dojemanje težkih bombnikov kot izključno strateško zmogljivost (Myers 1986, 11).

Pred in med 2. svetovno vojno je bilo veliko nasprotovanj glede umika bombnikov dolgega dosega iz drugih operacij, ki niso izrazito strateške. Poleg tega naj bi se taktične zračne enote najbolj obnesle pri zračni podpori kopenskim enotam in pri zagotavljanju premoči v zraku. Vojne izkušnje so pokazale, da sta potrebna oba koncepta. V bistvu ni pomembno, kakšne vrste letalo uporabimo za nalogo, le da bo doseglo en kriterij – učinkovitost. Ne smemo pozabiti, da so bombniki preprečili Nemcem nadomeščanje izgubljenih letal, ki pa so jih sestrelili taktični lovci (Myers 1986, 14).

Bombnik B-52 je že od svojega prvega poleta 1952 veljal za strateško zmogljivost. Glavni razlog je bilo takratno mišljenje v jedrski dobi, saj je lahko ta bombnik ponesel jedrsko orožje na druge celine. Njegov glavni cilj je bila seveda Sovjetska zveza, poleg nje pa še zelo oddaljeni in oboroženi nasprotniki, dodani v t. i. »strateško skrivnost«. Bombnik B-52 in njegov predhodnik B-36 sta bila izključno strateška bombnika in zaradi pojava jedrskega maščevanja so se

oblikovalci vojnih doktrin vrnili v obdobje pred 2. svetovno vojno, kjer je veljala teorija prevlade strateškega bombardiranja.

V 50. in zgodnjih 60. letih so imele ZDA zračne sile, ki niso bile sposobne bojevati konvencionalnih vojn, saj so bile usposobljene in prirejene za jedrsko vojno. Bombniki, veliko število lovskih letal in kasneje tudi rakete so postale hrbtenica jedrskega zastraševanja, vendar v škodo zahtev po prilagodljivosti zračnih sil. To se je krvavo maščevalo v 2. svetovni vojni, v Koreji in seveda tudi v Vietnamu, zaradi česar so bile ZDA prisiljene opustiti predvojne koncepte ter sprejeti realne vojne zahteve. ZDA se niso mogle upreti mikavnosti jedrskega zastraševanja in so se skladno s tem zanašale na relativno poceni strateški in taktični jedrski arzenal. Vendar pa je bilo prepričanje, da s tem lahko preprečijo tudi konvencionalne vojne, vsekakor zmotno (Myers 1986, 53).

Uspeh zračnih enot v 2. svetovni vojni in v Koreji pa se ni upiral izključno na koncept nedeljivosti zračne moči, ampak tudi na koncept soodvisnosti vseh elementov nacionalne moči. Brez vseh lovcev, bombnikov, tovornih in izvidniških letalskih enot bi bile kopenske sile izgubljene. Po drugi strani pa sta uspešno napredovanje kopenskih enot in zavzemanje sovražnikovih položajev zračne obrambe omogočila uspešen zračni napad. Ta uspešnost je rezultat sodelovanja vseh sil, ki tukaj niso igrale tradicionalne vloge, ampak tisto, ki je bila potrebna. Tako so bile zračne enote usmerjene in tudi uporabljene zaradi učinkovitosti in ne zaradi dogmatskih prepričanj.

Vendar pa so zaradi pojava atomskega orožja in želje zmanjšati vojne izdatke po dveh uničujočih vojnah zračne sile dobile še druge naloge. Jedrsko maščevanje in kasneje jedrsko zastraševanje z vsemi teoretičnimi karakteristikami sta postala gonilni sili razvoja zračne doktrine (Myers 1986, 15).

Medtem ko so predvojne doktrine poudarjale nujnost bombnikov dolgega dosega za zmago, se je v 2. vojni pokazalo, da ti bombniki niso bili niti nepremagljivi niti odločilni. Vojni v Koreji in kasneje v Vietnamu sta pokazali potrebo po nejedrskih bojnih zmogljivostih ter potrdili vlogo bombnikov tako v smislu strateškega kot tudi taktičnega orožja. S tem pa sta odločno ovrgli teorijo jedrskega maščevanja.

Ekspanzija sovjetskega arzenala je zahtevala silo, ki bo uspešno izvajala jedrsko zastraševanje. Poleg tega je vzpon držav tretjega sveta in njihovih konvencionalnih vojska povzročilo potrebo po večjih, konvencionalnih silah ZDA. Tem pogosto konfliktnim in dragim zahtevam po širokih zmogljivostih pa se lahko zadosti le z naravno prilagodljivostjo posameznih elementov zračno-vesoljske moči. Razvijanje medcelinskih bombnikov v pravem pomenu in jedrskih balističnih raket je zasenčilo teorijo o nedeljivi celoti zračnih sil, ki poudarja, da ne smemo deliti zračne sile na strateške jedrske in taktične konvencionalne (Myers 1986, 83).

Strateško bojevanje ni nujno jedrsko bojevanje in niti ni nujno izvršljivo s strateškimi orožji, kot so bombniki in medcelinske rakete. Po drugi strani pa taktično bojevanje ni izključno konvencionalni konflikt s taktičnimi orožji, kot so taktični lovci. V bistvu obstaja več taktičnih jedrskih orožij kot strateških. Ali je orožje taktično ali strateško, je stvar umetnih omejitev, ki se pojavljajo na obeh straneh v vojni, in sredstev za izvedbo operacije. Edini pravi kriterij za uporabo oborožitvenih sistemov je njegova učinkovitost. Strateške in taktične so akcije in ne oborožitveni sistemi (Myers 1986, 19).

#### **4.3 Koncept nedeljivosti zračno-vesoljske moči**

Nedeljivost zračne in vesoljske moči je zelo pomembna v današnji globalni perspektivi teh sil. Prilagodljivost in velik doseg sta od nekdaj odražala kakovost zračnih in vesoljskih sil, čeprav nam je šele s sodobno tehnologijo uspelo umetno razviti pravi izkoristek teh »naravnih« prednosti. Za zgornji pristop obstajajo tri glavne predpostavke:

1. Zračno-vesoljska moč (in ne zračna ali vesoljska moč) je nedeljiva. Njeni elementi niso specifično strateški, taktični, jedrski ali konvencionalni, ampak jih najdemo tako v strateških kot tudi taktičnih operacijah. Uporabo oborožitvenih sistemov določajo njegove zmogljivosti vzajemno z zahtevami operacije.
2. Zračno-vesoljska moč zaradi svoje globalne narave zahteva filozofijo poveljevanja in nadzora, ki bo poudarjala to globalno perspektivo v zračno-vesoljskih operacijah.
3. Sodobna tehnologija, kot so distancirana orožja, večji domet in dolet, boljše manevrske sposobnosti ter tehnologija »stealth«, proizvajajo zmožnosti za pravo nedeljivost zračno-

vesoljskih sil, da lahko v zelo kratkem času izvedejo vse vrste operacij kjerkoli na svetu (Myers 1986, 57-60).

#### **4.4 Načela vojskovanja zračnih in vesoljskih sil**

##### **4.4.1 Ofenzivnost**

Zračne in vesoljske sile so najboljše uporabljene kot ofenzivno orožje. Čeprav se je v bojni situaciji včasih treba obnašati tudi defenzivno, je uspeh načeloma zagotovljen le pri ofenzivnem delovanju. Tako so zračne in vesoljske sile po naravi ofenzivno orožje, razen če so uporabljene pri operativni in strateški obrambi. Nadzor zračnega prostora je v svoji izvedbi ofenziven. Zgodovina je med drugim pokazala, da je skrbno načrtovan in izveden zračni napad skoraj nemogoče popolnoma zaustaviti, kajti hitrost in dolet dajeta letalu pomembno prednost pred silami na zemlji. Poleg tega potrebujemo veliko več sredstev, da uničimo napadalca v zraku, kot ta potrebuje za uničenje večjega števila tarč.

##### **4.4.2 Koncentracija moči**

Tako kot pri ofenzivnosti tudi pri tem načelu zračne in vesoljske sile dosegajo poglavitno prednost. Načeloma morajo kopenske sile skoncentrirati svojo moč pred začetkom napada, medtem ko lahko zračne in vesoljske sile delujejo široko razpršene in koncentrirajo moč na samem objektu napada. Hitrost, doseg in prilagodljivost zračnih sil, dopolnjenih z natančnimi in smrtonosnimi orožji ter sredstvi za nadzor in zbiranje informacij, omogočajo, da skoncentrirajo svojo moč hitreje kot kopenske sile. Danes je koncept koncentracije moči zračnih in vesoljskih sil drugačen. Ne potrebujemo več na stotine letal, ki bi noč in dan bombardirala en sam strateški cilj, ampak lahko to opravimo z enim samim preciznim orožjem.

##### **4.4.3 Manever**

Manevri so dejanja, s katerim poskušamo spraviti nasprotnika v podrejen položaj s prilagajanjem uporabe bojne moči. Zmožnost zračnih in vesoljskih sil za izvajanje zapletenih

manevrov je produkt hitrosti, dosega, prilagodljivosti in gibčnosti med načrtovanjem ter izvajanjem operacije. Manevri v zraku omogočajo bojevanje skoraj povsod, iz vseh smeri, s tem pa prisilimo nasprotnika, da se vseskozi giblje pred nami. Zračni in vesoljski manever omogoča, da dosežemo koncentracijo sile med nedosegljivim spretnim premikanjem.

#### **4.4.4 Presenečenje**

Načelo presenečenja z zračnimi in vesoljskimi silami zaradi dosega, hitrosti in gibčnosti zlahka dosežemo. Če uporabimo še sodobne »stealth« in informacijske tehnologije, lahko sovražnika presenetimo, brez da bi se po nepotrebnem izpostavljali njegovi obrambi (US Air Force 1997a, 18).

#### **4.4.5 Ekonomičnost uporabe sile in varnost lastnih sil**

Ti dve načeli vojskovanja pa za zračne in vesoljske sile predstavljata slabost. Pri prvem načelu lahko napačna uporaba ali napačna razporeditev zračne in vesoljske moči zahteva večji vojni davek, kot bi ga nam sicer povzročil sovražnik. Pri drugem načelu pa nevarnost predstavlja spoznanje, da so zračna in vesoljska plovila najbolj ranljiva na tleh, zato mora biti obramba zračnih baz sestavni del razvijanja zračne in vesoljske moči (US Air Force 1997a, 16).

### **4.5 Pomen premoči v zraku in vesolju**

Zračna in vesoljska moč je sama po sebi drugačna od kopenske ali pomorske moči, njena uporaba pa temelji na drugačnih načelih kot pri kopenskih silah. Glavna značilnost je tretja dimenzija gibanja, saj med letom lahko poleg smeri spreminjamo tudi višino. Medtem ko na premikanje zračnih sil vplivajo predvsem zakoni aerodinamike, se morajo po drugi strani vesoljske sile prilagoditi orbitalni mehaniki, a jih zato ne zadeva vertikalna razteznost atmosfere. Prav zaradi zmožnosti izvajanja manevra v treh dimenzijah lahko zračne in vesoljske sile enostavno preletijo sovražnika in napadajo pomembnejše cilje, do katerih kopenske sile zaradi obrambe ne morejo.

Gibljivost dovoljuje zračnim in vesoljskim silam koncentrirajo moči in izvajanje manevrov v veliko večjem obsegu kot sile na zemlji. Po drugi strani pa zaradi spremenljivosti lahko z enakim učinkom delujejo na strateški, operativni ali taktični ravni vojskovanja (US Air Force 1997a, 25).

Doseganje premoči v zraku in vesolju je pomemben prvi korak v vsaki vojni operaciji. Nadzor zračnega prostora in vesolja poveča oz. lahko celo zaščiti svobodo gibanja lastnih sil v vseh geografskih prostorih. Tako je izid vojnih operacij odvisen predvsem od prevlade v zraku in vesolju.

Premoč v vesolju pomeni svobodo izvajanja operacij brez posebnih stikov s sovražnikom. Čeprav se nam v današnjem času še ni treba bojevati (v pravem pomenu besede) za premoč v vesolju, pa bodo določene države v prihodnosti zagotovo imele tam nameščene različne sisteme za komuniciranje in tudi za boj. Če bomo takrat želeli ostati neopaženi, bomo zagotovo morali dosežati tudi premoč v vesolju.

#### **4.6 Zračne in vesoljske sile ter informacijska premoč**

Informacijska premoč pomeni zmožnost zbiranja, nadzorovanja, širjenja in branjenja različnih informacij, medtem ko vse to poskušamo preprečiti nasprotniku. Danes so zračne in vesoljske sile glavni operater visoko razvitih obveščevalnih, nadzornih ter izvidniških zračnih in vesoljskih sistemov. Danes sta nadzor nekega spektra informacij in nadzor zračnega prostora ter vesolja tako pomembna, kot je bila v preteklosti okupacija nekega ozemlja. Kdor ima najboljšo možnost zbiranja, razumevanja, nadzora in uporabe informacij, ima danes zagotovo veliko strateško prednost (US Air Force 1997a, 31).

## **4.7 Funkcije vesoljske moči**

### **4.7.1 Protivesoljsko bojevanje**

Protivesoljsko bojevanje zajema vse operacije, s katerimi dosegamo in ohranjamo zaželeno premoč v vesolju z uničevanjem ali nevtralizacijo sovražnih sil. Glavni cilj protivesoljskega bojevanja je omogočiti lastnim silam, da nemoteno izrabljajo svoje zmožnosti v vesolju in preprečiti nasprotniku, da doseže enako. Protivesoljsko bojevanje ima tako kot vse drugo tako ofenzivno kot defenzivno komponento.

*Ofenzivno bojevanje* v vesolju pomeni uničevanje vseh vesoljskih oborožitvenih sistemov in informacij, ki jih ti proizvajajo, z napadi v vesolju, sistemov za upravljanje na kopnem ali posameznih sestavnih delov vesoljskih oborožitvenih sistemov. Vesoljske ofenzivne operacije vodijo k doseganju petih glavnih ciljev: motenju, razdiranju, tajitvi, zmanjševanju in uničenju vesoljskih prednosti ter zmogljivosti sovražnika. Omenjene cilje pa je mogoče doseči tako z uničevanjem podpornih vesoljskih sistemov na tleh še pred izstrelitvijo kot tudi z motenjem radijskih zvez s sateliti.

*Defenzivno bojevanje* je sestavljeno iz aktivnih in pasivnih akcij z namenom zaščititi lastne vesoljske zmogljivosti pred nasprotnikovimi posegi in napadi. Cilji protivesoljskega defenzivnega delovanja so: določitev, izsleditev, identifikacija, preprečitev, uničenje in nevtraliziranje sovražnikovih vesoljskih ter raketnih sil. Pasivno defenzivno bojevanje pa pomeni zmanjšati ranljivost in povečati zaščito lastnih vesoljskih zmogljivosti in informacij, ki jih te proizvajajo (US Air Force 1997a, 47).

### **4.7.2 Vesoljska logistika**

Zmožnost pošiljanja satelitov in drugih materialov ter tovara v vesolje imenujemo vesoljska logistika. V času velikih napetosti oz. konflikta je cilj vesoljske logistike razvijanje novih zmožnosti in nadomeščanje starih ter njihovo pošiljanje v vesolje z namenom uresničiti širše zastavljene nacionalne interese. Da bi zadostili temu cilju, mora biti vesoljska logistika funkcionalna, prilagodljiva, predvsem pa zmožna izvajati operacije vse od namestitve manjših



sistemov v nizko orbito do namestitve velikih in zapletenih vesoljskih sistemov v geostacionarno orbito. Prav tako je pomembno, da je vesoljska logistika uporabniku kadarkoli na voljo.

Razlikujemo med vesoljsko logistiko za razvijanje, ohranjanje in povečanje vesoljskih zmogljivosti. Vesoljska logistika za razvijanje je načrtovana vnaprej, zajema pa izstrelitev satelitov in vesoljskih sistemov za izboljšanje vsakdanje rabe vesoljskih zmogljivosti. Pod vesoljsko logistiko za ohranjanje vesoljskih zmogljivosti prištevamo izstrelitev nadomestnih satelitov ali rezervnih delov. Ti posegi so lahko načrtovani vnaprej ali pa se zgodijo nenačrtovano zaradi različnih potreb. Zadnjo vrsto vesoljske logistike pa uporabljamo v krizi ali vojni. Namen je povečati operativno vesoljsko zmogljivost za vnaprej nenačrtovane zahteve določenega kriznega obdobja. Teh posegov vnaprej ne moremo načrtovati, če pa so vnaprej načrtovani, jih uvrstimo med vesoljsko logistiko za razvijanje lastnih zmogljivosti (US Air Force 1997a, 57).

#### **4.7.3 Obveščevalna dejavnost, nadzor in izvidovanje**

Obveščevalna dejavnost zagotavlja zbiranje jasnih, jedrnatih, relevantnih in pravočasnih podatkov o nasprotnikovih zmogljivostih in načrtih o vojaških operacijah. S pomočjo obveščevalne dejavnosti vojaški vodje bolje spoznajo sovražnika, da lahko smiselno podajajo ukaze. S pomočjo podatkov o sovražnikovih namenih lahko bolje presodimo, kako, kje in kdaj naj napademo sovražnika, da bomo dosegli svoje cilje.

Funkcije nadzora so sistematično opazovanje zračnega prostora, vesolja, zemeljskega površja, ljudi in objektov s fotografiranjem, z opazovanjem in prisluškovanjem. Nadzorovanje je nenehen proces in ni usmerjen v določen cilj. Ker se opazovanje iz zraka in vesolja izvaja na velikih višinah, ga uporabljamo predvsem za odkrivanje sovražnikovih dolgoročnih namenov in ciljev.

Izvidovanje dopolnjuje nadzor, bodisi z neposrednim opazovanjem bodisi z drugimi metodami, s specifičnimi informacijami o aktivnostih in zmožnostih sovražnika ali morebitnega

sovražnika ter z zaupnimi meteorološkimi, hidrološkimi ali geografskimi informacijami na določenem območju.

Obveščevalna dejavnost, nadzor in izvidovanje morajo delovati integrirano, da se pridobi in obdrži informacijska premoč (US Air Force 1997a, 59).

#### **4.7.4 Navigacija, pozicioniranje in meteorologija**

Z navigacijo in pozicioniranjem dobivamo podrobne podatke o lokacijah in časovnih intervalih pomembnih za naše strateške, operativne ali taktične operacije. Pri vesoljskih sistemih je to sistem za globalno pozicioniranje (GPS), pri sistemih v zraku so to različni radarji, na kopnem pa številni navigacijski pripomočki. Ti pripomočki olajšajo npr. dotakanje goriva v zraku in dajejo podatke o lokaciji, gibanju ter hitrosti za večjo natančnost naših orožij.

S pomočjo sistemov, nameščenih v vesolju in zraku, lahko danes pridobimo pomembne podatke o našem okolju, tako stanja v vesolju kot tudi o vremenskih spremembah v atmosferi. Ti sistemi zbirajo, obdelujejo in posredujejo meteorološke podatke, pomembne za načrtovanje in izvedbo določenih operacij. Meteorološka služba tako torej igra pomembno vlogo pri izbiri tarče, poti, oborožitvenega sistema in načina napada (US Air Force 1997a, 60).

## **5 KARAKTERISTIKE VESOLJA IN VPLIVI NA DELOVANJE VESOLJSKIH SISTEMOV**

### **5.1 Zgodnji začetki raziskovanja vesolja**

Vesolje je bilo od nekdaj privlačno za človeka. Že od prvih zvezdoslovcev in njihovih ambicij za letenje do modernih inženirjev, ki so v »Vojni zvezd« videli realnost, je vesolje vseskozi burilo našo domišljijo. V zgodovini so bile prve raziskave o vesolju zakopane med znanstveno fantastiko ali pa v zapisih filozofov in izumiteljev. Šele na začetku 20. stoletja so se

te nenavadne in sanjave ideje začele počasi premikati od načrtov na papirju do laboratorijev in nazadnje v nebo.

Za naše današnje razumevanje vesolja sta pomembna predvsem astronom in matematik nemškega rodu Johannes Kepler (1571–1630) ter angleški fizik Sir Isaac Newton (1643–1727). Prvi je napolnil vesoljsko renesanso in razširil Kopernikovo idejo, da je sonce središče solarnega sistema, s svojimi tremi zakoni, ki pravijo:

- planeti krožijo okoli sonca v obliki elipse, pri tem pa je sonce v enem izmed gorišč;
- orbite planetov pokrivajo enake površine v enakem časovnem intervalu;
- kvadrat orbitalne periodo je enak kubu razdalje od sonca do planeta, ki se giblje po tej orbiti (Carey 2000, 9).

Newton pa je dopolnil to astronomsko revolucijo s tem, ko je oblikoval naravne zakone gibanja, katere je objavil v svojem delu Načela naravoslovja leta 1687. Ti zakoni so naslednji:

- telo miruje oz. se giblje s konstantno hitrostjo, dokler na njega ne deluje nobena sila oz. je vsota vseh sil, ki delujejo na to telo, enaka nič;
- sila je sorazmerna z maso in pospeškom, ki ima tudi smer sile;
- zakon o vzajemnem učinku (če prvo telo deluje na drugo z neko silo, potem to drugo telo deluje na prvo z nasprotno enako silo).

Na podlagi vseh treh zakonov je Newton oblikoval še splošni gravitacijski zakon, ki pravi, da masa nekega telesa in njegova oddaljenost od drugega telesa vpliva na velikost gravitacijske sile, ki jo to drugo telo proizvaja (Carey 2000, 11).

## **5.2 Karakteristike vesolja in vplivi na razvoj oborožitvenih sistemov**

Zgoraj opisani zakoni vplivajo na gibanje vojaškega lovca, potniškega letala ali raketoplana. In prav tako se morajo moderni sateliti, ki krožijo po svojih trajektorijah, ravnati v skladu s temi zakoni, kajti vesolje predstavlja povsem drugačen sklop omejitev kot drugi tradicionalni bojni prostori na kopnem, morju in v zraku. Predstavlja namreč brezmejni prostor, v

nekaterih pogledih pa tudi veliko bolj tvegano okolje. Podrobneje je to opisano v naslednjih šestih točkah:

1. Obsežnost – prostornina naše atmosfere in prostornina vesolja do višine geostacionarne orbite sta v razmerju 1:50 milijard;
2. zgradba – vesolje predstavlja neke vrste praznino. Namesto geografskih enot in značilnosti imamo razbitine;
3. elektromagnetni valovi skozi vesolje potujejo skoraj neovirano.
4. vesolje predstavlja vrsto radioloških sevanj;
5. vesolje nima atmosfere, ki bi preprečila ekstremne temperature;
6. teorija gravitacije (Petersen 1991, 19,20).

### **5.3 Zgradba in značilnosti atmosfere**

Tako kot vse poznane planete tudi Zemljo obdaja plinska plast – atmosfera, ki jo ohranja gravitacijska sila. Zmes plinov v atmosferi imenujemo zrak, ki je sestavljen iz 79 % dušika, 20 % kisika, 1 % pa predstavljajo drugi plini (argon, ogljikov dioksid, neon, helij itd.). Njena glavna naloga je varovanje življenja na zemlji z absorpcijo sončevega ultravijoličnega sevanja in z zmanjševanjem temperaturnih razlik med dnevom in nočjo. Seveda pa atmosfera znatno vpliva tudi na delovanje različnih sistemov. Kot bomo videli v zadnjem poglavju, zmesi zraka prav zaradi te absorpcije onemogočajo doseg orbite z laserji na zemlji. Prav tako pa morajo biti letala prilagojena zakonom aerodinamike, ki jih povzroča predvsem zračni upor.

Meja med atmosfero in začetkom nizke orbite ni specifično določena. V splošnem se za to mejo navaja višina 100 km (t. i. Karmanova ločnica), vendar pa je nad to višino še vedno določeno število molekul zraka, ki tvorijo zračni pritisk na satelite v nizki orbiti, zato lahko to mejo le približno določimo glede na lastnosti višjih delov zadnje plasti atmosfere. Druga taka meja bi bila lahko na višini 120 km, kjer vplivi ozračja pri vračanju vesoljskih plovil postanejo opazni.

Atmosfera je razdeljena na več plasti:

1. *Troposfera* je najnižja plast, ki se razteza do višine okoli 15 km in zajema 75 % vseh plinov. Z naraščanjem višine temperatura ozračja pada, in sicer približno 6,5 stopinje Celzija na kilometer. Troposfera je od druge plasti ločena s *tropopavzo*, za katero so značilni izredno močni zračni tokovi, ki pihajo proti vzhodu.
2. *Stratosfera* je tista plast, ki največ pripomore k ohranjanju življenja na Zemlji, saj vsebuje ozon. Razteza se nekje od 15 do 50 km. Temperatura je dokaj konstantna (-60°C), čeprav proti zgornji meji te plasti naraste. Med stratosfero in naslednjo plastjo je *stratopavza*.
3. *Mezosfera* je na višinah od 50 do 80 km. Tukaj so temperature najnižje, in sicer dosežejo 100 stopinj Celzija. Srednjo mejo med mezosfero in naslednjo plastjo imenujemo *mezopavza*.
4. *Troposfera* (včasih jo imenujemo tudi *ionosfera* zaradi pozitivno nabitih delcev zraka) pa je najvišja in tudi najbolj vroča plast atmosfere. Ker se tukaj ultravijolični žarki pretvarjajo v toploto, temperatura naraste na približno 2.000 stopinj Celzija. Zrak je tukaj že zelo redek, saj se v atmosferi zračni tlak na vsakih 6 km zmanjša za polovico (Egger 2003).

### 5.3.1 Gostota zraka in njen vpliv na padanje telesa

Vrednost gostote zraka je v aeronavtiki in podobnih znanostih pomemben parameter. Že po zdravi logiki bo telo lažje zdrselo skozi medij z manjšo gostoto, ker je njegova viskoznost večja, in bo tako padalo hitreje. Po drugi strani pa večanje gostote zraka lahko hitro povzroči požar na ohišju zračnega plovila, ki potuje skozi atmosfero. Gostota zraka pada z naraščanjem višine, pa tudi z večanjem temperature zraka in vlažnosti.

Ko neko telo spustimo z določene višine, začne prosto padati. Nanj delujeta dve sili. Prva je sila teže, ki jo povzroča gravitacijski pospešek, ki na Zemlji znaša  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Druga sila, sila upora, pa deluje v nasprotni smeri. Na velikost sile upora najbolj vplivata gostota zraka in hitrost telesa, pri čemer velja kvadratni zakon upora. Vendar pa telo ne pospešuje v nedogled. Po

določenem času se sila teže in sila zračnega upora po velikosti izenačita in telo se giblje s konstantno hitrostjo. Tej hitrosti pravimo *terminalna hitrost*<sup>1</sup>.

## 5.4 Orbita

Zgoraj sem že omenil, da ne moremo natančno določiti meje med atmosfero in vesoljem, vendar pa lahko v splošnem rečemo, da je vesolje vse, kar je nad atmosfero. Čeprav je vesolje zelo obširno, se bom omejil le na območja, ki so za nas najpomembnejša. Tam namreč krožijo sateliti, med drugim pa naj bi bilo to tudi območje delovanja vesoljskih oborožitvenih sistemov.

### 5.4.1 Višina

Večino satelitov kroži okoli Zemlje na višinah od 200 do 36.000 kilometrov. To območje je razdeljeno na tri pasove. *Nizka orbita* se razteza od spodnje meje zemeljske atmosfere do višine 5.000 km, medtem ko se *geostacionarna orbita* razteza do višine 35.888 km nad ekvatorjem. Sateliti, ki imajo svoje trajektorije v geostacionarni orbiti, potrebujejo 24 ur, da obkrožijo naš planet. To pomeni, da se ves čas gibljejo nad isto točko na zemeljskem površju. Sateliti v nizki orbiti pa potrebujejo okoli 90 minut, da obkrožijo naš planet. Prostor med nizko in geostacionarno orbito imenujemo *srednja zemeljska orbita*. Sateliti v nizki orbiti imajo glede na dolžino polmera Zemlje, ki znaša 6.371 km (Wikipedia 2008h), majhno višino, medtem ko imajo sateliti v geostacionarni orbiti relativno veliko višino glede na polmer Zemlje, a vseeno majhno glede na razdaljo med Zemljo in Luno, ki znaša 384.403 km (Wikipedia 2008h). Vsi sateliti pa so podvrženi zemeljskemu gravitacijskemu polju, saj nimajo dovolj energije, da bi se iz njega iztrgali, kar ne velja za vesoljske sonde. Zemeljsko gravitacijsko polje skupaj s smerjo in hitrostjo satelita določa pogoje za kroženje okoli Zemlje. Na podlagi teh fizičnih pogojev lahko določimo orbito (O'Hanlon 2004, 30).

---

<sup>1</sup> Padalec, ki skoči z letala na višini nekje do 5.000 m, doseže terminalno hitrost nekje med 200 in 270 km/h. Vendar pa svetovni rekord v doseženi hitrosti pri prostem padu iz leta 1960 znaša skoraj 1.000 km/h, kar je neposredna posledica skoka z višine 30.000 m, kjer je gostota zraka zelo majhna in telo doseže večjo hitrost (DIGG 1996).

### 5.4.2 Inklinacija

Vsaka orbita ima poleg svoje višine tudi svojo velikost, obliko in nagnjenost. Medtem ko obliko in velikost orbite določata izstrelitvena hitrost satelita in obhodni čas, pa je usmerjenost orbite določena s smerjo kroženja satelita nad zemeljskim površjem. Inklinacija oz. nagnjenost orbite določa kot, s katero orbitalna ravnina seka ekvatorialno ravnino. Inklinacija orbite je začetno določena z zemljepisno širino izstrelitve satelita in se kasneje lahko spremeni s pomočjo posebnih raketnih motorjev. Sateliti v takih orbitah prečkajo različne točke na zemlji ob različnem času in nimajo vseskozi enakega kota glede na sonce. Posebni primer orbite z inklinacijo 90 stopinj imenujemo *polarna orbita*. Sem prištevamo tudi tiste, katerih tirnice imajo inklinacijo med 95 in 105 stopinjami in so v nizki orbiti. Njihov obhodni čas je od 90 do 100 minut. Značilnost teh satelitov je, da so ob določenem lokalnem času vedno nad isto točko na zemlji, kar pomeni, da satelit večkrat dnevno prečka ekvator. Orbiti, ki omogoča satelitu tako kroženje, pravimo tudi sončno sinhrona orbita, ki ima dva ekstrema. Na eni strani imamo satelite, ki prečkajo ekvator vedno opoldne ali opolnoči, drugi pa se gibljejo vzporedno z mejo med dnevom in nočjo, kar pomeni, da prečkajo ekvator ob sončnem vzhodu ali zahodu. Da pa ta orbita drži korak s kroženjem Zemlje okoli sonca, se orbitalna ravnina odklanja vsak dan za približno eno stopinjo vzhodno (US Centennial of Flight Commission 1995b).

### 5.4.3 Oblika

Oblike orbit so lahko zelo različne. Tako rekoč je nemogoče doseči popolnoma okroglo tirnico. Lahko je sploščena oz. raztegnjena, njena neposredna oddaljenost od zemeljskega površja pa je odvisna od izboklin na zemeljskem površju, sončne pege<sup>2</sup> in trenja, ki nastaja v atmosferi. Bolj ko je orbita, po kateri kroži satelit, sploščena oz. raztegnjena, tem večja je njena ekscentričnost, ki je na intervalu od 0 do 1. Idealna krožnica ima vrednost 0, bolj ko je sploščena, bolj se približuje vrednosti 1 (Carey 2000, 15).

---

<sup>2</sup> Sončne pege so odprti kraterji, iz katerih se pare, plini po vijačnicah dvigujejo iz Sončeve notranjosti in raztezajo. Posledica je padanje temperature v pegi od 5.530°C do 3.730°C, zato hladno polje seva manj svetlobe (Minet 2002).

Primer izredno sploščene orbite je Molniya. Gre za orbito z inklinacijo 63,4 stopinj, katero so sprva uporabljali Sovjeti za zgodnje opozarjanje. Njen obhodni čas je 12 ur, in ker zaradi sploščnosti ostaja okoli apogeja<sup>3</sup> zelo dolgo, je idealna za opazovanje raket dolgega dosega, če bi morda letele prek enega izmed obeh polov (US Centennial of Flight Commission 1995a).

#### 5.4.4 Vrste satelitov v posamezni orbiti

Danes lahko satelite glede na njihov namen razdelimo v štiri kategorije: komunikacija, navigacija, nadzorovanje in opazovanje. Sateliti v geostacionarni orbiti so vedno nad isto točko na zemlji, tako da imajo obhodni čas 24 ur. Pokrivajo široko območje zemeljskega površja z izjemo obeh polov, kar omogoča idealne pogoje za opazovanje vremena in nevihtnih struktur. Poleg tega sateliti zaradi te globalne pokritosti omogočajo tudi dobro komunikacijo, saj so satelitski sprejemniki vseskozi obrnjeni v eno smer in sprejemnikom na zemlji ni treba iskati gostujočih satelitov v zraku. V srednji orbiti imamo večinoma satelite za globalno pozicioniranje, sateliti za zgodnje opozarjanje pa so v orbiti *Molniya*. Sateliti za opazovanje se najbolj obnesejo v nizki orbiti, in sicer v sončno sinhronih orbitah, saj nam omogočajo konstantno sončevo svetlobo. Danes je že več kot 30 držav izdelalo različne vrste nacionalnih vesoljskih programov, ki zajemajo tako civilne kot vojaške misije, kajti le dobrih 15 let nazaj je bilo to omogočeno le državam z zato namenjenimi finančnimi sredstvi in predvsem z znanjem (O'Hanlon 2004, 35).

#### 5.5 Nebesna mehanika

Vsi sateliti pa so podvrženi zemeljskemu gravitacijskemu polju in nimajo dovolj energije, da bi se iz njega iztrgali, kar ne velja za na primer vesoljske sonde. Zemeljsko gravitacijsko polje skupaj s smerjo in hitrostjo določa pogoje za kroženje posameznega satelita. Na podlagi teh fizičnih pogojev lahko določimo orbito. Da satelit lahko kroži okoli Zemlje, mora biti njegova centrifugalna sila enaka sili zemeljske gravitacije, kar pa dosežemo z določeno hitrostjo na

---

<sup>3</sup> Apogej ali odzemlje je točka na eliptični tirnici nebesnega telesa, kjer je ta najbolj oddaljen od središča kroženja. Točko, kjer pa je to telo najmanj oddaljeno od središča kroženja, pa imenujemo perigej ali prizemlje. Obe točki pa sta odvisni od hitrosti, ki jo ima satelit.



določeni višini. To hitrost imenujemo prva vesoljska oz. orbitalna hitrost. V nizki orbiti se sateliti gibljejo s hitrostjo skoraj 8 km/s, v geostacionarni orbiti pa ta hitrost znaša okoli 3 km/s. Če bi imelo neko telo, ki kroži okoli Zemlje na neki višini, višjo hitrost od prve vesoljske hitrosti, bi poletelo naprej v vesolje. Če pa bi bila ta hitrost manjša, bi telo zaradi prevlade gravitacijske sile padlo na Zemljo (O'Hanlon 2004, 32).

Da nosilna raketa doseže orbito, mora doseči hitrost med 7,9 in 11,2 km/s (Physics and Astronomy online 1999). Vse, kar bi bilo manj od tega intervala, bi povzročilo, da bi raketa padla nazaj na zemljo, če pa bi bila hitrost večja, pa bi jo katapultiralo zunaj polja zemeljske sile privlačnosti. Tej hitrosti pravimo tudi druga vesoljska oz. *ubežna hitrost* (Wikipedia 2008k). Za vstop v nizko orbito potrebuje raketa torej nekaj manj kot 8 km/s (Carey 2000, 13–14).

Čeprav imajo geostacionarni sateliti znatno manjšo orbitalno hitrost, morajo imeti zato večjo začetno hitrost, ki jo porabijo, da uidejo sili zemeljske gravitacije in dosežejo višino 36.000 km. V tem primeru mora biti začetna hitrost okoli 10,5 km/s. V nasprotju pa sateliti v nizki orbiti dosežejo končno višino, še preden nosilna raketa doseže končno hitrost, zato ta nikoli ne presega 8 km/s. Ko govorimo o raketnih pogonih, je razlika med zgoraj opisanimi začetnimi hitrostmi večja, kot je videti na prvi pogled. Povečanje končne hitrosti za vsega 2,5 km/s zahteva znatno večjo moč in porabo goriva. Če bi imela tristopenjska raketa zmožnost ponesti v nizko orbito petnajst ton tovora, bi ista raketa v geostacionarno orbito lahko ponesla le tri tone (O'Hanlon 2004, 33).

### 5.5.1 Utirjanje satelita

Utirjanje satelita v orbito je zahteven, a že preizkušen postopek. Najprej mora doseči zadostno hitrost, po drugi strani pa mora biti pravilno usmerjen, da doseže pravo orbitalno trajektorijo. Popravljanje smeri gibanja satelita je še posebno oteženo, ko raketa, ki ga je ponesla v vesolje, preneha izgorevati, saj so satelitski motorji namenjeni le preciznim popravkom. Ko je satelit izstreljen, najprej potuje po t. i. prenosni orbiti (Tiscali 2002). Ko v tej orbiti satelit doseže svoj apogej, se vključijo posebni motorji na samem satelitu, ki potisnejo satelit v t. i. gonilno orbito, kjer potem z določenimi popravki satelit doseže svojo pravo trajektorijo.

## 5.6 Van Allenovi pasovi

Sateliti morajo biti dobro zaščiteni pred različnimi delci v orbiti. Razlog za to so tudi van Allenovi sevalni pasovi, ki jih je istoimenski fizik odkril leta 1958. Gre za dva pasova, notranjega in zunanjega, v katerem se gibljejo protoni in elektroni z veliko energijo. Notranji pas se začne nekje med 400 in 1.200 km višine in se razteza do višin 10.000 km. Vsebuje večinoma protone, najintenzivnejši pa je na višini okoli 3.500 km in pod kotom 45 stopinj južno in severno glede na ekvator. V zunanjem pasu, ki se začne na višinah med 13000 in 20000 km, odvisno od moči sonca, pa se gibljejo večinoma elektroni, ki so s svojo energijo sposobni prebiti oklep z gostoto 1 g/cm<sup>2</sup>, kar je enako enemu milimetru svinca (Wikipedia 20081).

## 5.7 Izpostavljenost satelitov glede na njihov položaj

Jedrskemu orožju so seveda najbolj izpostavljeni sateliti v nizki orbiti, tudi vojaški z močnejšo zaščito, čeprav ne smemo pozabiti, da bi jedrska eksplozija v tem delu lahko poškodovala tudi satelite v srednji in visoki orbiti. Jedrska eksplozija lahko poškoduje satelit na več načinov. En način je neposredno uničenje zaradi udarnega vala, ki lahko vpliva na satelite nekaj sto kilometrov daleč. Drug način je uničenje s pomočjo rentgenskih žarkov. Ti žarki, ki ustvarijo magnetno polje, lahko poškodujejo oz. uničijo satelit tudi na razdalji več sto kilometrov, kar pa je odvisno od velikosti eksplozije in zaščite satelita. Po nekaterih izračunih bi detonacija moči ene megatone lahko poškodovala satelite na razdalji 20.000 do 30.000 km od mesta detonacije.

Jedrska eksplozija med drugim pospeši tudi delovanje delcev v van Allenovih pasovih, tako da so sateliti tej radiaciji veliko bolj izpostavljeni kot po navadi, ko priletijo v tako območje. Kot primer naj navedem ameriško testiranje jedrske rakete leta 1962 na Johnsonovem otoku v Tihem oceanu. Projektu so nadeli naslov »Morska zvezda« (ang. Starfish). Takrat so izstrelili megatonsko jedrsko raketo na višino 400 km. Po eksploziji so poročali o uničenju dela notranjega van Allenovega pasu. Nekateri delci so padli v atmosfero, nekateri pa so začeli intenzivneje delovati in tako uničili 7 satelitov v 7 mesecih. Ta detonacija pa naj bi vplivala na

van Allenov notranji pas celo do leta 1970 (Bertel 1996). V takih pogojih bi nezaščiteni sateliti, ki imajo življenjsko dobo od 5 do 15 let, preživeli le nekaj mesecev (O'Hanlon 2004, 68,69).

### **5.8 Stroški prevoza koristnega tovora**

Zgoraj sem navedel razloge, zakaj se količina koristnega tovora na nosilnih raketah, ki letijo v vesolje, zmanjšuje glede na višino. Zato so tudi stroški prevoza tovora v geostacionarno orbito od dva- do trikrat večji kot stroški prevoza tovora v nizko orbito. Ampak tudi v nizko orbito ni enostavno utiriti satelita, saj tehta po navadi nosilna raketa od 50- do 100-krat več, kot znaša njen tovor. Stroški so zelo veliki, saj se gibljejo od 6.000 do 12.000 dolarjev na kilogram, čeprav Ukrajina in Kitajska ponujata podobne usluge že za 4.000 dolarjev na kilogram. Če predpostavimo, da večino satelitov tehta od ene do pet ton, se stroški izstrelitve gibljejo nekje od 10 milijonov pri manjših satelitih v nizko orbito do 100 milijonov dolarjev pri večjih satelitih v geostacionarno orbito. Stroški izstrelitve lahko dosežejo tudi ekstremne vrednosti, kot na primer satelita Lacrosse in KH-11, ki sta potrebovala raketo Titan IV, kjer so se stroški povzpeli na 400 milijonov dolarjev (O'Hanlon 2004, 33).

Danes stane en kilogram tovora z nosilno raketo za enkratno uporabo približno 10.000 dolarjev, vendar se tako NASA kot ministrstvo za obrambo trudita, da bi te stroške znižali na vsega 100 dolarjev na kilogram. V ta namen podjetje Lockheed Martin izvaja program novega raketoplana VentureStar, ki lahko doseže nizko orbito po ceni 1.000 dolarjev na kilogram (Bergin 2006).

Do leta 1986 so ZDA vsekakor dominirale v ponujanju uslug pri prevozu vseh vrst tovora v vesolje. Vendar pa je tragedija s Challengerjem in skoraj triletna zamrznitev poletov z raketoplani povzročila, da so si tuje vlade in podjetja nagražili levji delež v tem poslu. Leta 1998 so ZDA izstrelile le 36 odstotkov vseh izstrelitev na svetovnem trgu. Danes so nacionalne zmožnosti razdeljene med Nasin raketoplan in nosilno raketo za enkratno uporabo pod okriljem vesoljske enote letalstva ZDA. (Carey 2000, 53)

## 6 HLADNA VOJNA IN BITKA ZA PREVLADO V VESOLJU

### 6.1 Zgodnji razvoj raketne znanosti

Čeprav sta Jules Verne<sup>4</sup> in Orson Wells<sup>5</sup> s svojimi deli podala prve okvirje za našo domišljjsko predstavo o vesolju, je prava spodbuda za interese o vesoljskih oborožitvenih sistemih prišla od Werner Von Brauna in z nemškimi tajnimi podatki iz 2. svetovne vojne. Medtem ko so se interesi ZDA rodili povsem slučajno in ob pomanjkanju za to namenjene finančne podpore, so evropski raketni inženirji dosegli začetno prednost v raketni znanosti. Nemški intenzivni raziskovalni program in začetni uspehi na tem področju so pritegnili pozornost zahodnih zaveznic in njihovih obveščevalnih služb. Tako ZDA kot tudi Rusija so začrtale cilje za pridobitev razvojnih centrov in v njih pridobljenih pomembnih odkritij pod lastno okrilje (Carey 2000, 1).

Ameriški znanstvenik Robert Goodard je lastnoročno oglaševal in vzdrževal ameriški vesoljski prapor, medtem ko so ZDA le nemo opazovale Evropo, kako se pripravlja na vojno 2. svetovno vojno. Po njegovi zaslugi so ZDA vsaj do neke mere sledile Nemčiji v razvoju raketne tehnologije in tako je raziskovanje vesolja ena najpomembnejših prioritet v razvoju znanosti v ZDA. Njegova najpomembnejša dela zajemajo izum in izstrelitev rakete na tekoče gorivo marca leta 1926, izum prvega žiroskopskega višinskega kontrolnega sistema za rakete leta 1932 ter izdelava različnih črpalk za dovod goriva v raketnih pogonskih sistemih (NASA 2005).

Ko je 2. svetovna vojna zajela ves svet, je vojaški potencial vesolja povzročil blaznost tako v tretjem rajhu kot tudi pri zavezniških silah. Nemške izkušnje pri razvoju in preizkušanju raketnih zmogljivosti so pri zaveznicah povzročile veliko nervoze, saj so bile zaskrbljene zaradi nemške tehnološke premoči. Ko so nemške rakete V-1<sup>6</sup> in pozneje predvsem rakete V-2<sup>7</sup> prvič

---

<sup>4</sup> Jules Gabriel Verne, francoski pisatelj (1828–1905), velja za začetnika znanstvene fantastike kot knjižne zvrsti. Pisal je o potovanju s plovili v vesoljskem prostoru, z zrakoplovi v zraku in s podmornicami pod vodo, preden so jih sploh odkrili. Njegova najpomembnejša dela so *Potovanje v sredino Zemlje*, *Potovanje na Luno* in *V osemdesetih dneh okoli sveta* (Wikipedia 2008g).

<sup>5</sup> George Orson Welles, ameriški režiser, novinar in igravec (1915–1985), je 30. oktobra 1938 po radiu predvajal igro *Vojna svetov*. Igra, ki je v slogu poročil zelo nazorno opisovala invazijo Marsovcev, je povzročila pravo invazijo med poslušalci (Wikipedia 2008i).

<sup>6</sup> Nemška raketa V-1 predstavlja prvo izmed t. i. manevrinih raket v zgodovini. Pogon je deloval na tekoče gorivo, bojna glava pa je tehtala 907 kg. Raketa ni imela navigacijskega sistema. Prvič je poletela leta 1942 iz nemškega

poletele nad Anglijo, so mnogi označili ta taktični udarec za nepomembnega, a vseeno priznali, da imajo te rakete strateški potencial. Te maščevalne in grozovite rakete, kot so jih mnogi poimenovali, predstavljajo izjemen dosežek tistega časa in veljajo za prve rakete srednjega dosega v zgodovini, ki so sprožile vesoljsko tekmo. Zahodne zaveznice so se trudile ujeti razvoj tehnologije na tem področju. V zadnji fazi vojne so ZDA želele prve priti do nemških znanstvenih dosežkov, predvsem pa preprečiti Rusiji, da bi te dragocene podatke dobila v roke pred njimi. Čeprav je Goddard v tistem času narekoval tempo vesoljskemu razvoju, pa je bil Nacionalni svetovalni komite za aeronavtiko (NACA)<sup>8</sup> vseameriški organizacijski poskus pri raziskovanju vesolja in aeronavtike.

Ko je tretji rajh izstrelil rakete V-2 nad Anglijo, je ta komite usmeril pozornost na nemško prednost v razvoju raket in raketnih pogonov. Posledično so ZDA želele dobiti znanje iz nemških okupacijskih con in zato so tja poslale 500 strokovnjakov pod okriljem operacije »Spojka« (ang. Paperclip). Vrhunec te operacije so ZDA dosegle spomladi 1945, ko se je predala znamenita raketna skupina Peenemunde iz istoimenskega kraja, kjer so imeli Nemci svoj raketni razvojni center, s tem pa tudi znanstveni genij Werner Von Braun, oče moderne raketne tehnike. Še preden pa so ZDA zajele nemški raketni kompleks, je Werner Von Braun organiziral predajo 500 njegovih najboljših znanstvenikov, skupaj z vsemi načrti in s testnimi vozili<sup>9</sup> (Carey 2000, 2).

---

raketnega oporišča Peenemunde, kot orožje pa so jo prvič uporabili 12. junija 1943. Čeprav so Nemci lahko izstrelili okoli 190 raket na dan, so imeli Britanci kakovostno obrambo, kar je povzročilo samo 25-odstotno uspešnost teh raket (Aviation-Central.com 1998).

<sup>7</sup> Nemška raketa A-4 (pozneje preimenovana v raketo V-2) je bila enostopenjska raketa na tekoči kisik in alkohol. V višino je merila 14 m, bojna glava je tehtala 1000 kg, dosegala pa je hitrost dobrih 5 Macha. Njen doseg je bil 320 km, dosegala pa je višino do 100 km. To je prvi primer balistične rakete v zgodovini in tudi prvi primer, da bi katerakoli raketa dosegla območje vesolja (About.com: Inventors 2006).

<sup>8</sup> Nacionalni svetovalni komite za aeronavtiko je bil ustanovljen 3. marca 1915, da bi koordiniral gospodarske, znanstvene in vladne zmogljivosti pri vojaško usmerjenih projektih. Enake komiteje so v tistem času ustanovile tudi Francija, Nemčija in Rusija. V bistvu je bil ta komite predhodnica NASE, ki so jo oblikovali 40 let pozneje. Leta 1922 je bilo tam zaposlenih 100 ljudi, leta 1938 pa že 426. Najpomembnejši dosežki te organizacije so zelo zmogljivi vetrovniki, ki so dosegali do 0,75 Macha (Wikipedia 2008d).

<sup>9</sup> Werner von Braun je po prebegu v ZDA še 15 let po koncu vojne skupaj s svojo ekipo in z ameriški znanstveniki razvijal balistične rakete v New Mexicu in Alabami. Leta 1960 so ga premestili v novoustanovljeno NASO, kjer je dobil dovoljenje za gradnjo raket Saturn. Kasneje je postal celo direktor Marshallovega vesoljskega centra in glavni načrtovalec rakete Saturn V, ki naj bi ZDA popeljala na Luno. Leta 1970 so ga premestili v Nasino strateško poveljstvo v Washingtonu, a se je že dve leti kasneje upokojil in leta 1977 umrl (MSFC History Office 2001).

## 6.2 Začetki hladne vojne

Znanstveni roparski plen, razdeljen med ZDA in Sovjetsko zvezo, je osnoval temelje za z nezaupanjem napolnjeno rivalstvo med zahodom in vzhodom. V prvih letih hladne vojne je raketna znanost v ZDA dajala pobudo predvsem za razvoj medcelinske balistične rakete z dosegom 8.000 km, vendar so ti programi leta 1947 izgubili nacionalno podporo, saj so bili državni voditelji skeptični glede združitve jedrskega orožja z balističnimi raketami. Leto kasneje je sledil tehnološki preporod, ko so se pojavili tranzistorji<sup>10</sup>, ki pa so bili manjši in lažji od elektronk<sup>11</sup>, na katerih je do takrat temeljila vesoljska tehnologija. Zaradi nižjih stroškov izdelave in večje zanesljivosti so tranzistorji nekje v naslednjih 10 letih izpodrinili elektronke na tem področju. Rakete dolgega dosega so spet postale realnost, kar je obudilo vesoljsko tekmo (Carey 2000, 3).

Kmalu zatem so ZDA z von Braunom na čelu spet začele razvijati medcelinske balistične rakete (ICBM) in tako so leta 1951 nastali prvi načrti za izdelavo rakete Atlas. Leta 1954 je Atlas dobil prioriteto med balističnimi orožji, leto kasneje pa se mu je pridružil še satelit za izvidovanje WS-117L. Prav tako je bil med drugim sprejet program DynaSoar za ročno orbitalno opazovanje in bombardiranje, ki ga je zaradi nikakršnih potreb po takem orožju obrambni sekretar ZDA Robert McNamara leta 1963 ukinil (Petersen 1991, 3).

Sovjetska zveza je pri vesoljskih programih stopala v korak z ZDA. V poznih 40. so odprli dva testna raketna območja, enega blizu Stalingrada in drugega v Kazahstanu. Razvoj medcelinskih balističnih raket se je začel nekje okoli leta 1954, ko so se zgodili prvi poskusi z balističnimi raketami srednjega dosega (IRBM).

---

<sup>10</sup> Tranzistor je polprevodniški elektronski element s tremi priključki, ki ga uporabljamo za okrepitev, preklapljanje in uravnavanje napetosti, modulacijo signalov ter številne druge namene. Je eden ključnih gradnikov sodobne elektronike in ga najdemo skoraj v vsaki elektronski napravi. Tranzistor deluje kot nastavljen ventil, ki nam omogoča, da z majhnimi tokovi uravnavamo veliko večji tok, ki teče med drugima dvema priključkoma (Wikipedia).

<sup>11</sup> Elektronka je elektronski element. V stekleni bučki, ki je prazna (vakuum) ali polnjena z žlahtnim plinom, so elektrode. Najmanjše število elektrod je dve: katoda in anoda. Pogosto je v rabi še tretja - krmilna mrežica. Elektronka je bila prvi aktivni elektronski element. Z njo lahko krmilimo in okrepimo signale. Izumil jo je angleški fizik John Fleming leta 1904 (Vacuum Tubes).

Tehnološka tekma je imela velik vpliv na takratno politiko. Poskusi z vodikovimi bombami tako ZDA kot tudi pri Sovjetih v zgodnjih 50. letih so postavili pomemben mejnik in popolnoma spremenili pogled na prihodnost balističnih raket, saj vodikova bomba lahko povzroči tudi 1000-krat večjo eksplozijo kot atomska bomba, uporabljena v 2. sv. vojni<sup>12</sup>. Poleg tega so se države začele zavedati pomena razvoja satelitov za opazovanje sovražnikovega terena. Predsednik Eisenhower je leta 1954 predstavil teorijo »odprtega neba« (ang. Open Skies), v upanju, da bi zmanjšal tveganje jedrske vojne. Predlagal je izmenjavo kritičnih informacij med Sovjetsko zvezo in ZDA ter odobritev preletov obeh držav za kontrolo. Čeprav je mednarodna skupnost pozdravljala to teorijo, so jo sumničavi Sovjeti zavrnil (Carey 2000, 3).

### 6.3 Izstrelitev prvega satelita in ustanovitev Nase

Obe državi sta v vesoljski tekmi postavili na prvo mesto nacionalni prestiž. ZDA so se počutile varne pred sovjetskimi raketnimi zmogljivostmi in so mislile, da so v prednosti. Te sanje so se razblinile leta 1957, ko je SZ razglasil razvitje prve medcelinske balistične rakete, kmalu zatem, natančneje 4. oktobra 1957, pa še uspešno izstrelil prvi umetni satelit Sputnik I. Čeprav ta satelit ni imel vojaških zmogljivosti, je dogodek pretresel tako komunistično kot tudi nekomunistično javnost. Skupaj z neuspešno izstrelitvijo ameriškega satelita Vanguard (Lethbridge 1997), ki je eksplodiral že na lansirni rampi, je postalo jasno, da je Sovjetska zveza dobila prestižno prednost v vesoljski tekmi (Carey 2000, 3).

Takratna politika ZDA je temeljila na dveh ciljih. Prvi cilj je bila politika zastraševanja, da nasprotnik vojne kakršnihkoli razsežnosti sploh ne bi začel. Če to ne bi zadostovalo in bi se spopad zgodil, je bil cilj ZDA vojno čim prej končati in jo obrniti v njihovo korist ter korist njenih zaveznic. Ta dva cilja pa sta sama po sebi nezdružljiva. S priznanjem, da je zastraševanje lahko neuspešno, drugi cilj dovoljuje razvoj in uporabo oborožitvenih sistemov, ki jih prvi cilj poskuša prepovedati, ker lahko porušijo ravnotežje sil. V obeh ciljih se odraža prepričanje, da se vojni najlažje izognemo tako, da se nanjo pripravimo. Čeprav sta dva cilja predstavljala osnovo nacionalne varnostne politike, vesolje *ni* bilo načrtovano kot bojni prostor (Petersen 1991, 26).

---

<sup>12</sup> Pogosto se termina atomska in vodikova bomba navajata kot dve različni stvari, kar je napačno. V obeh primerih gre za atomsko bombo, razlika je pa v tem, da delovanje vodikove bombe temelji na spajanju izotopov vodika, pri atomski bombi pa gre za cepljenje jeder urana ali plutonija (Freundenrich in Fuller).

ZDA nikakor niso oklevale, da bi dosegle enak uspeh kot Sovjetska zveza, saj so le štiri mesece kasneje, natančneje 31. januarja 1958, izstrelile satelit Explorer 1. Temu dogodku je 20. junija 1958 sledila Direktiva 5814/1, ki jo je izdal svet za nacionalno varnost ZDA z naslovom Predhodni ukrepi v vesolju. Dokument med drugim navaja, da bi doseganje pomembne prednosti Sovjetske zveze v vojaških zmožnostih v vesolju pomenilo rušenje ravnovesja sil med blokoma in da morajo ZDA proti dosežkom Sovjetske zveze nastopati čim bolj aktivno in iznajdljivo. ZDA so na omenjene grožnje odgovorile z uradno razdelitvijo vojaškega programa na civilni in vojaški del.

Zaradi zgoraj opisanih dogodkov so se ZDA znašle na razcepu. Ameriški kongres je leta 1958 hitro uzakonil nacionalni vesoljski akt (ang. Nacional Aeronautics and Space Act) in tako je bila 1. oktobra 1958 ustanovljena Narodna zrakoplovna in vesoljska uprava (NASA), ki je združevala več agencij, povezanih z vesoljem. V ustanovni listini te organizacije je v prvi vrsti zapisano, da deluje v korist celotnega človeštva in ima samo miroljubne namene. V tem aktu je sicer zapisano, da je to civilna organizacija, ki ima civilno vodstvo, razen če so njene aktivnosti povezane z razvojem novih orožij. V tem primeru pa bi vodstvo in odgovornost te organizacije prevzelo Ministrstvo za obrambo ZDA. S tem so zadostili potrebi po dopolnitvi nacionalno-varnostnih programov v vesolju (National Aeronautics and Space Act 1958).

Tako je bila zdaj NASA tista, komur sta ameriški kongres in ameriška javnost namenjala največ pozornosti. V zgodnjih 60. sta bila tako NASA kot tudi ministrstvo za obrambo pred popolnoma novim svetom. Medcelinske balistične rakete so postale realnost in prinašale opustošenje kot posledico morebitne jedrske vojne, sateliti pa so ponujali rešitve za leta trajajoče težave glede opazovanja, komuniciranja in navigacije. Z njihove perspektive je to pomenilo zagotovitev nacionalne varnosti v prav tolikšni meri, kot je bilo pomembno doseganje prestižnega prvega mesta v mednarodni skupnosti (Carey 2000, 4). Čeprav je bil takratni predsednik ZDA Eisenhower zaskrbljen zaradi odzivov Sovjetske zveze na prihajajoči satelit za izvidovanje, je vseeno postavil vojaške vesoljske načrte v ozadje in politiko ZDA uveljavil kot prepoznavno po miroljubnih namenih. (Petersen 1991, 3)



V skladu z ustanovno listino NASE so se ZDA usmerile v razvoj sistemov v vesolju za komuniciranje, navigacijo, opazovanje in napovedovanje vremena. Sovjetska zveza je v šestdesetih letih uspešno razvila nekaj vesoljskih vojaških sistemov, a se zaradi slabo razvite tehnologije in kratke življenjske dobe njihovih satelitov niso obnesli. Čeprav so bile ZDA v tehnologiji v rahli prednosti pred Sovjetsko zvezo, pa je slednja zagotovo narekovala tempo razvoja vesoljskih vojaških doktrin in politik.

Tekmovanje v razvijanju vesoljskih sistemov se je zaostriilo, ko so ZDA pridobile pomembno samozavest in izkušnje. Leta 1960 je ameriški vojaški vesoljski program dosegel nekaj izjemnih dosežkov. Najprej so 1. aprila v orbito uspešno utirili civilno-vojaški satelit za napovedovanje vremena Tiros 1. Dva tedna kasneje mu je sledil prvi navigacijski satelit Transit 1B. Midas 2, satelit za zgodnje opozarjanje nevarnosti medcelinskih balističnih raket, je poletel maja, avgusta istega leta pa še satelit za opazovanje kamero Discoverer 14. S tem so ZDA dosegle prednost v brezpilotnem letenju, a Sovjetska zveza je še vedno vršila pritisk s svojim vesoljskim programom (Petersen 1991, 4).

#### **6.4 Prvi vojaški vesoljski programi**

Šestdeseta leta so bila zaznamovana predvsem z obljubo predsednika Kennedyja, da bodo ZDA prve pristale na Luni. Vsa javnost je bila osredotočena na te priprave in tako so se vzporedno z njimi lahko izvajali strogo zaupni vojaški programi, ki so bili sicer pod okriljem NASE, vendar je bila ta odvisna od ameriškega ministrstva za obrambo, ki je zagotavljajo vsa potrebna sredstva za te programe (Carey 2000, 5).

Sovjetska zveza je 12. aprila 1961 v vesolje izstrelila prvo vodeno plovilo in z njim slavnega astronava Jurija Aleksejeviča Gagarina, ki je kot prvi človek obkrožil Zemljo. Let je trajal 108 minut, poudariti pa je treba, da Gagarin vesoljske ladje Vostok 1 ni pilotiral. Na ročno vodenje bi preklopil le, če bi bilo to potrebno (Wikipedia 2008a). Tako so ZDA zgubile etapo vesoljske tekme, kdo bo prvi človek v vesolju, in zato so Sovjetski zvezi očitali, da niso dovolj poskrbeli za varnost in da so veliko tvegali. Poleg tega so se ZDA naslanjale na njihovo predhodno izstrelitev šimpanza v vesoljskem plovilu. Kakorkoli, z Alanom Shepardom, ki je

nekaj mesecev z vesoljsko ladjo Mercury izenačil prednost SZ, sta se oba vesoljska programa na tem področju bližala zaključku (opomba – datumi itd.), (Carey 2000, 5).

Poskusi izdelave ofenzivnih vesoljskih orožij segajo v leto 1959, ko so ZDA odobrile program SAINT, ki je predvideval gradnjo prestreznega satelita, namenjenega za preiskovanje in fotografiranje sovražnih satelitov. SAINT bi zlahka preobrazili v orožje za uničevanje satelitov (ASAT), s tem da bi preprosto zamenjali kamero z jedrsko bojno glavo. ZDA so program ukinile 3. decembra 1963 zaradi finančnih, tehničnih in političnih nesoglasij. Z izstrelitvijo satelita za opazovanje leta 1962 je Sovjetska zveza do leta 1963 vrnila udarec ZDA in njihovim preletom območja Sovjetske zveze. Prvi sovjetski vojaški satelit, Kozmos 4, je v vesolje poletel 6. aprila 1962. To je za ZDA pomenilo prelom v načrtovanju vesoljskih orožij (Petersen 1991, 5).

Predsednik ZDA John F. Kennedy je omejil razvoj vesoljskih orožij na dva jedrska sistema za uničevanje satelitov, enega za kopenske sile in enega za letalstvo. Tisti za kopensko vojsko se je imenoval Nike-Zeus oz. »Program 505«. Vseboval je tristopenjsko raketo na trdo gorivo z jedrsko bojno glavo. Po uspešnih testiranjih v južnem Tihem oceanu je prišel v operativno uporabo maja 1964. Ne glede na to je bil program leta 1966 začasno prekinjen, leto kasneje pa tudi dokončno ukinjen. Podobna usoda je doletela tudi drugi tak sistem, ki si ga je lastilo letalstvo ZDA, znanega pod imenom »Program 437«. Opremljen je bil z raketo vrste Thor<sup>13</sup> z jedrsko bojno glavo in je prav tako prišel v operativno uporabo maja 1964. Leta 1970 je bil program prekinjen, pet let kasneje pa tudi ukinjen. Oba sistema sta koristila samo v oboroževalni tekmi, kajti ZDA jih ne bi nikoli uporabile. Poleg tega pa je težavo predstavljal še sporazum o prepovedi testiranja jedrskega orožja v atmosferi, vesolju in pod vodo, sprejet leta 1963 (Petersen 1991, 6).

NASA je deseto obletnico vesoljskih načrtov za pristanek na Luni proslavila 20. julija 1969, ko sta Niel Armstrong in Buzz Aldrin v okviru misije Apollo 11 kot prva človeka stopila na površje nekega drugega nebesnega telesa (National Air and Space Museum 1994) . To je bil

---

<sup>13</sup> To je bila prva operativna balistična raketa srednjega dosega. V dolžino je merila 20 m, tehtala pa 50 ton. Prvi proizvajalec je bil Douglas Aircraft. Poganjal jo je enostopenjski raketni motor na tekoči kisik, ki je proizvedel 75 kN potisne sile, kar je zadostovalo za 3.600 km dometa. Imela je inercialni navigacijski sistem, v operativno uporabo pa je prišla septembra leta 1958 (Strategic Air Command 2006).

brez dvoma velik dosežek za ameriški vesoljski program, ki je tehtnico v vesoljski tekmi obrnil na stran ZDA. Čeprav je NASA na podlagi tega uživala veliko podporo in navdušenje javnosti, so načrti za nadaljnje raziskovalne odprave z astronauti začeli razpadati, saj je ministrstvo za obrambo prekinilo številne programe, kar je nakazovalo na prihodnja finančna nesoglasja v Nasi (Carey 2000, 6).

## 6.5 Obdobje protisatelitskih orožij

Prve načrte za vojaške operacije v vesolju je Sovjetska zveza imela že leta 1962. Sovjetska tehnologija je prišla v korak s svojo doktrino sredi 60. let, ko so uspešno izstrelili nekaj navigacijskih in komunikacijskih satelitov. Leta 1967 so začeli testirati zemeljski protisatelitski sistem. Sovjetska zveza je med oktobrom 1968 in junijem 1982 dvajsetkrat testirala svoj najbolj znan prestreznik, imenovan »koplanarni« prestreznik. Izstreljen je bil skupaj z dvostopenjsko raketo SL-11<sup>14</sup>, ki ga je ponesla v bližino tarče, kjer je sledila detonacija bojne glave s šrapneli. Čeprav se optični sistem za vodenje ni preveč dobro obnesel, je radarski sistem uspešno deloval v 65 odstotkih. Sovjetska zveza je na obširni vaji 18. junija 1982 izstrelila dve medcelinski balistični raketi, eno raketo srednjega dosega, eno balistično raketo z morja, dva satelita, z zgoraj opisanim prestreznikom pa uspešno uničila sovjetski satelit Kozmos 1379 (Grahm). Leto zatem je SZ objavil enostransko pogodbo o prenehanju testiranja protisatelitskih sistemov, a to ni razvrednotilo njihovih zmožnosti, saj so raketo SL-11 testirali vsakič, ko je bilo treba vesoljske sisteme oskrbeti z določenim tovorom. Če so se na ta način lahko približali lastnim satelitom, bi se lahko približali tudi satelitom ZDA in jih uničili (Petersen 1991, 37,38).

V 70. letih se je gonilna sila za vesoljske programe premaknila iz civilne sfere v vojaško. Zaradi uspešnega pristanka na Luni se ameriška javnost ni več ozirala na finančne izdatke za vesoljske programe, toda vrhovni vojaški voditelji so bili pred drugačno težavo. Skrbele so jih ocene, da imajo Sovjeti protisatelitsko orožje, kar je seveda okrepilo interese ZDA za razvoj tovrstnih orožij in za povečanje varnosti njihovih satelitov. V primerjavi s tistimi, ki so jih imele ZDA, pa so bili sovjetski satelitski prestrezniki opremljeni s konvencionalnimi bojnimi glavami.

---

<sup>14</sup> To je oznaka, ki jo navajajo viri zahodnih držav. Oznaka Sovjetske zveze za isto raketo je Tsyklon 2 (ROCKETS 2002).

Ta razlika je postala še pomembnejša, ko so istega leta sprejeli Sporazum o uporabi vesolja, ki je prepovedoval kakršnokoli rabo orožja za množično uničevanje (jedrskega, kemičnega ali biološkega) v vesolju, ni pa omenjal v ta namen prilagodljivih sistemov s konvencionalnimi bojnimi glavami (Petersen 1991, 7).

ZDA so zaradi teh omejitev prekinile razvoj protisatelitskih sistemov vse do septembra 1977, ko je podjetje Vought Corporation začelo razvijati prototip satelitskega prestreznika. Ta sistem je bil namenjen za namestitev na taktičnega lovca F-15, ki bi ga izstrelil na višini med 12 in 14 km pri hitrosti 1,22 Macha in vzpenjanju pod kotom 65 stopinj s pospeškom 3,8 g. V prvi fazi bi satelitski prestreznik poletel v vesolje, v drugi fazi pa bi raketa na tekoče gorivo, opremljena z radarjem Altair<sup>15</sup>, ponesla miniaturno plovilo v bližino satelita in ga uničila s pomočjo lastne kinetične energije. Do leta 1986 naj bi vseh 100 načrtovanih satelitskih prestreznikov prišlo v operativno uporabo, kar bi stalo okoli 500 milijonov dolarjev. Načrti so bili prenašljivi, saj so pogosto zavlačevali s testiranjem, poleg tega pa bil je sistem opremljen s preslabo razvitimi senzorji (Petersen 1991, 7).

Sklep predsednika Carterja leta 1978 je korenito spremenil takratno ameriško vesoljsko politiko, kajti ZDA so vesolje začele obravnavati kot nov bojni prostor. Posledično je tehnologija protisatelitskih sistemov nemudoma izpodrinila program Apollo na prednostni lestvici vesoljskih programov ZDA. Medtem je letalstvo ZDA pripravljalo novo poveljstvo za ofenzivne in defenzivne operacije v vesolju in tako je 1. oktobra 1979 nastal Center za vesoljske obrambne operacije (SPADOC) s sedežem v zvezni državi Kolorado. SPADOC je povečal svojo veljavo v 80. letih s koordinacijo vseh protisatelitskih sistemov, nadziranjem vesolja in operacij za zaščito satelitov. Med predsedniškim mandatom Ronalda Reagana so ZDA prvič potrdile obstoj vesolja kot bojnega prostora. Nacionalna varnostna direktiva št. 42 (NSDD-42), sprejeta 4. julija 1982, med drugim navaja, da bo vesoljski program ZDA podpiral poveljevanje, nadzor, komuniciranje, navigacijo, okoljsko opazovanje, opozarjanje, nadziranje in obrambo vesolja z namenom zagotoviti varnost in trajnost vesoljskih sistemov, vključno z vsemi podpornimi sistemi ter načrti

---

<sup>15</sup> Izredno zmogljivi vojaški radar oboroženih sil ZDA, ki skupaj še z dvema opravlja vesoljski nadzor. Nastanjen je na otoku Kwajalein v zahodnem Pacifiku in ima dve nalogi. Zagotavlja zgodnje opozarjanje pred balističnimi raketami in nudi podporo Zahodnemu vesoljskemu in raketnemu centru (WSMC). Radar lahko odkrije eno tretjino vseh objektov v geostacionarnem pasu, t. j. približno 42.000 objektov na leto (Advanced Research Project Agency 2007).

za uporabo v vseh vrstah groženj. Dokument poudarja obstoj dveh vojaških funkcij protisatelitskih sistemov. Prva je preprečiti grožnje proti vesoljskim sistemom ZDA in njihovih zaveznic, druga pa je preprečiti nasprotniku uporabo njihovih vesoljskih sistemov, ki podpirajo sovražne vesoljske sile v skladu s pravili mednarodnega prava. Ta direktiva je tudi prva, ki poudarja pomembnost zaščite svojih lastnih sistemov in navsezadnje je predsednik Reagan osem mesecev kasneje, natančneje 23. marca 1983, predstavil program SDI, bolj znan pod imenom »vojna zvezd« (ang. »Star Wars«).

NSDD-42 je bil pomemben še iz enega vidika. Ministrstvo za obrambo in NASA sta se osredotočila na gradnjo raketoplana (ang. Space Shuttle) kot glavnega sredstva za polete v vesolje. Do takrat je bila za prevoz tovora v vesolje kar nekaj let v uporabi nosilna raketa za enkratno uporabo (ELV) (Space and Tech 1998). Gledano z ekonomske perspektive je bila to upravičena poteza, a le do tragedije raketoplana Challenger. Ta je bil drugi v vrsti raketoplanov ZDA, takoj za Columbio, in je svoj krstni let opravil 4. aprila 1983. Ko bi moral 28. januarja 1986 desetič poleteti v nizko orbito, je 73 sekund po vzletu zaradi prekinjene povezave med glavnim rezervoarjem in motorjem ter zaradi visokih temperatur, ki so pri tem nastale, eksplodiral. Umrlo je vseh sedem članov posadke. Ta dogodek je bil smrtni udarec za ameriški vesoljski program, saj so kar za 32 mesecev prekinili polete s tovrstnimi raketoplani. Ves svet se je zanašal na raketoplane, saj so se večale zahteve za prevoze civilnih in vojaških tovorov v vesolje. A s tragedijo so ZDA izgubile dominantnost na svetovnem izstrelitvenem trgu, za ministrstvo za obrambo pa je to pomenilo korak nazaj, saj so morali pri izstrelitvah vojaških tovorov obnoviti pomen nosilnih raket za enkratno uporabo (Carey 2000, 7).

## **6.6 »Vojna zvezd«**

Čeprav sega bistvo obrambe proti balističnim raketam prek te študije, je program SDI pomemben iz dveh razlogov. V prvi vrsti zajema razvoj novih tehnologij za različne vesoljske sisteme, kot drugo pa je okrepil interese SZ za omejitev oboroževanja v vesolju. Sovjetska zveza se je hitro odzvala.

Ko je predsednik Reagan je predstavil program »Star Wars«, je s tem spodbudil debato o nujnosti in koristnosti vključevanja v vesoljsko oboroževalno tekmo. Njegovi nasprotniki, tako iz javnega kot tudi zasebnega sektorja, so njegovi administraciji očitali uničevanje »čistosti« vesolja in napovedovali zelo nevarno novo obdobje v procesu oboroževanja vesolja v že tako uničujoči oboroževalni tekmi. Večinoma so diskusije tekle v treh smereh:

1. Ali lahko aktivna obramba zamenja oz. vsaj odmakne zanašanje na zmožnosti jedrskega maščevanja z namenom proizvesti jedrsko zastraševanje proti Sovjetski zvezi? V kakšnem smislu je ta izjemno draga obramba, ki zahteva finančna sredstva tudi iz drugih resursov, boljša od zdajšnje dovolj ofenzivne zmogljivosti, ki ima dejansko zmožnost nekaj uničiti, medtem ko ta defenzivna sredstva samo stopnjujejo ustrahovanje? Po eni strani so videli potrebo po taki obrambi, kajti teoretično gledano so Sovjeti označevali zmožnost jedrskega maščevanja ZDA kot zelo šibko in v primeru jedrskega napada na ZDA so zaupali svoji obrambi proti jedrskemu protiudaru. Po drugi strani pa so se ZDA bale, da če bi ob ohranitvi obstoječih ofenzivnih zmogljivosti postavile še trdno obrambo, bi Sovjeti v tem videli potencialno zmožnost prvega jedrskega udara in bi lahko sprožili preventivni udar (Myers 1986, 41).
2. Ali bi obsežna obramba vključevala oz. zagotavljala varnost tudi glavnim zaveznicam ZDA? V svojem govoru je predsednik Reagan predstavil vizijo svetovne stabilnosti kot zmožnost prestrežanja in uničenje balističnih raket in ne kot grožnjo jedrskega maščevanja. Vendar pa je tukaj obstajalo tveganje, da bi države, ki ne bi bile vključene v to obrambo, izolirale ZDA diplomatsko in vojaško, ali bi se celo obrnile na stran Sovjetske zveze, ker bi menile, da hočejo ZDA zaščititi le sebe (Myers 1986, 41–42).
3. Ali morajo ZDA za zagotovitev take obrambe v vesolje namestiti oborožitvene sisteme? ZDA so se tukaj naslanjale na dejstvo, da je vesolje že militarizirano z vsemi strogo vojaškimi nadzornimi in s komunikacijskimi sistemi, ki nudijo podporo kopenskimi, zračnim in mornariškimi enotam. Poleg tega se tukaj pojavi še doktrinalna oz. organizacijska težava, ko poskušamo definirati vlogo teh sistemov. Vesoljski laser je na primer izrazito strateško obrambno orožje, a je soroden satelitskemu prestrežniku, izstreljenemu iz lovskega letala, in prav tako imajo orožja z usmerjeno energijo, ki služijo za obrambo pred balističnimi raketami, in potencialne zmožnosti uničiti tudi sovražnikove satelite. Pri orbitalnih orožjih je delitev na strateške in taktične sisteme še

bolj nemogoča kot na zemlji, kajti razlika med enim in drugim je lahko samo posledica zamika namerilne naprave na enem sistemu samo za nekaj stopinj. Vzporedno s to točko so tekle diskusije tudi o omejitvah oboroževanja, kot so prohibicije na vesoljska in protibalistična orožja. (Myers 1986, 42-43)

V okviru pobude za strateško obrambo so se razvijale določene tehnologije, potrebne za identificiranje, odkrivanje in uničenje jedrskih raket, uperjenih proti lastnemu ozemlju. Ta program je veliko zahtevnejši od programa za razvijanje protisatelitskih sistemov ter zahteva višje razvito tehnologijo. Že v začetni fazi razvoja te strateške obrambe je imel ta sistem izjemne sposobnosti za uničenje sovražnih satelitov. Po drugi strani bi protisatelitsko orožje imelo zanemarljiv učinek na jedrske rakete, vendar bi bilo učinkovito proti podobnim strateškim obrambam. Vendar pa so imeli tako zagovorniki kot nasprotniki programa »Star Wars« močne interese v razpravi o nadzoru širjenja protisatelitskih sistemov. Tisti, ki so zagovarjali strateško obrambo, so trdili, da bi omejitve protisatelitskih sistemov pomenile omejitve tudi za orožja znotraj sistema strateške obrambe, kar bi bilo za nadaljnji razvoj lahko usodno. Nasprotna stran pa je prav zaradi tega tako glasno poudarjala sprejetje novih omejitev. Busheva administracija med letoma 1989 in 1993 nikakor ni podpirala katerikoli drugih omejitev širjenja protisatelitskih orožij razen sporazuma o širjenju in uporabi protibalističnih raket, ki so ga ZDA in SZ podpisale leta 1972 v Moskvi (Godsberg 1998). Po drugi strani pa je spodbujala razvijanje manj sposobnih protisatelitskih sistemov in jih označila kot potrebne za obrambo nacionalnih interesov. Nacionalna vesoljska politika Busheve administracije se je vsekakor skladala z vesoljsko doktrino, ki je po morebitnem neuspelem odvrčanju od vojne predvidevala boj za prevlado v vesolju in nevtraliziranje ter uničenje vesoljskih sistemov, ki bi ji sovražnik uporabil v svojih operacijah. Na podlagi tega je Ministrstvo za obrambo ZDA spodbujalo programe za razvoj protisatelitskih sistemov, kajti vesoljska doktrina je napovedovala njihovo uporabo. (O'Hanlon, 52)

Generalni sekretar komunistične partije SZ Mihail Gorbačov je avgusta 1983 objavil enostransko pogodbo o prenehanju testiranja protisatelitskih sistemov. ZDA so na to odgovorile z napovedanim glasovanjem o omejitvah testiranja protisatelitskih sistemov za leto 1984. Leto kasneje je ameriški kongres skrčil število testov na vsega tri testiranja, do leta 1987 pa jih

popolnoma odpovedal. Ne glede na to je bil satelitski prestreznik na lovcu F-15 proti delujočemu satelitu vendarle preizkušen, in sicer leta 13. septembra 1985 na zadnjem izmed treh testiranj. Uspešno je uničil satelit na višini 555 km. Tri leta kasneje so program ukinili.

Medtem je Sovjetska zveza v okviru drugih sistemov nadaljevala tehnološki razvoj satelitov in tako so imeli leta 1988 v uporabi približno 160 satelitov v okviru 50 satelitskih sistemov, poleg tega pa še učinkovit laserski program na tleh. V Semipalatinsku je SZ operiral z eksplozivnim jodovim laserjem, za katerega so mnogi menili, da ima vojaški potencial. Leta 1987 je francoski satelit SPOT<sup>16</sup> posnel fotografije sovjetskih strateških laserjev v mestih Sary-Shagan in Nurek. Vladni viri so potrdili, da imajo nekateri sovjetski laserji smrtonosno moč do razdalje 463 km (250 nav. milj) in zmožnost povzročiti generalno okvaro na sistemih do razdalje 740 km (400 nav. milj). Leta 1989 je bila v reviji »Soviet Military Power« predstavljena operativna nevarnost zemeljskih laserjev. Ti laserji so dopolnjevali sistem za obrambo proti balističnim raketam, ki je bil nameščen v okolici Moskve. Ne glede na to, da je bil ta sistem opremljen z jedrskimi bojnimi glavami, ki bi povzročile eksplozijo bližajoče se balistične rakete, bi ga zlahka lahko preobrazili v protisatelitsko orožje z vgradnjo novega sistema za vodenje, ki bi omogočal predhodno nastavitev mesta detonacije v vesolju.

Ker so ZDA predstavljale pomorsko velesilo, so Sovjeti razvili dva satelita za opazovanje morja in ameriških pomorskih operacij. Prvi (EORSAT) je bil opremljen z elektronsko-inteligentnim sistemom, drugi (RORSAT) pa z radarjem. Radar je podajal informacije o lokacijah ameriških bojnih ladij, in če bi te motile njegov signal, bi te motnje zaznal prvi satelit in tako izsledil njihove lokacije. Leta 1987 je SZ objavil načrte za izdelavo satelita za odkrivanje ameriških strateških podmornic, kar je pomenilo izjemno nevarnost za najbolj skriti del strateške triade ZDA (Petersen 1991, 39).

---

<sup>16</sup> Francoski optični satelit visoke resolucije v lasti Francoske vesoljske agencije. Začetki izdelave segajo v leto 1970 v sodelovanju z belgijskimi znanstvenimi, s tehnološkimi in kulturnimi uslugami. Namenjen je odkrivanju zemeljskih resursov, klimatološkim in oceanografskim raziskavam, opazovanju človeških aktivnosti in naravnih pojavov. Sistem SPOT je sestavljen iz serije satelitov in podpornega centra na tleh v Toulousu v Franciji. Njegova orbita je sončno-sinhrona in polarna z inklinacijo 98,7 stopinje. Od zemlje je oddaljen 882 km, Zemljo pa obkroži v 26 dneh (Geoimage 1999).



Sovjetski sateliti so imeli kratko življenjsko dobo, a je SZ temu primerno razvila zmožnosti hitrega in učinkovitega obnavljanja njihovih sistemov. Med oboroževalno tekmo protisatelitskih sistemov je ta zmožnost predstavljala prednost pred sateliti ZDA z dolgo življenjsko dobo, ki pa so bili skoraj nenadomestljivi (Petersen 1991, 39).

## **6.7 Vključitev drugih držav v vesoljske operacije**

Ko so na prehodu v 90. leta tako ZDA kot tudi SZ povečale število vojaških operacij v vesolju, so jim sledile še druge države. Evropske države so znanje o vesolju pridobivale primarno prek Evropske vesoljske agencije (ESA), ustanovljene decembra 1972, sestavljale pa so jo Belgija, Danska, Francija, Nemčija, Irska, Italija, Nizozemska, Španija, Švedska, Švica in Velika Britanija. Občasno so z omenjenimi članicami pri različnih projektih sodelovale še Avstrija, Kanada in Norveška. Agencija je delovala predvsem v civilni sferi, čeprav so nekatere države svoje izkušnje že uporabljale v vojaške namene. Tako je Francija razvila in izstrelila satelit za opazovanje zemeljskega površja (SPOT), ki je bil opremljen s kamero z 10-metrsko ločljivostjo, imel pa je tudi skromne vojaške zmožnosti. V tem obdobju so tudi Kitajska, Indija in Izrael načrtovali izstrelitev satelitov za opazovanje, poleg tega so Kitajska, Indija in Japonska že imele v orbiti utirjene komunikacijske satelite (Petersen 1991, 8).

## **7 VKLJUČITEV VESOLJSKIH SISTEMOV V VOJAŠKE OPERACIJE PO HLADNI VOJNI**

Konec hladne vojne je varnostni strategiji ZDA postavil nove zahteve. Težave, povezane z oblikovanjem stabilnega globalnega sistema, zahtevajo od vojske ZDA vodilno vlogo pri oblikovanju mednarodnega prostora s ciljem zaščititi in podpirati interese ZDA. Nacionalna varnostna strategija zajema bojni imperativ in skupne ukrepe za oblikovanje mednarodnega prostora, odgovor na vse vrste kriz ter pripravljenost za nedoločeno prihodnost. Ta strategija ne temelji samo na izoblikovanju trdne obrambe in zmožnosti oboroženih sil, da odvrne vojaške posege drugih držav in se vojskuje ter zmaguje. Glavna vloga oboroženih sil je sodelovanje v mirovnih operacijah, humanitarnih intervencijah, podpori miru in drugih netradicionalnih vlogah.

Od oboroženih sil se zahteva tudi, da z odgovornostjo obvladujejo jedrske in konvencionalne grožnje, regionalno nestabilnost, širjenje orožja za množično uničevanje ter terorizem (US Air Force 1997b, 5).

## **7.1 Zavedanje pomembnosti satelitov**

Od operacije Puščavski vihar do vojnih operacij v Iraku leta 2003 se je uporaba satelitov znatno povečala. V zalivski vojni, ki je trajala od avgusta 1990 do februarja 1991, je bilo v uporabi skupno 21 satelitov, od tega je bilo 16 vojaških in 5 civilnih (Desert-Storm.com). Skupna kapaciteta prenosa podatkov vseh satelitov je bila 200 megabitov na sekundo, kar je enako kot 40.000 simultanih telefonskih pogovorov. Med vojno na Kosovu osem let kasneje se je ta kapaciteta skoraj podvojila, čeprav je šlo predvsem za uporabo civilnih satelitov, ki so bili takrat nezaščiteni proti motnjam signalov. Največ so satelite uporabljali za telekomunikacijo med poveljniki. Hitrost prenosa podatkov je dosegla velikost skoraj en gigabit na sekundo med boji v Afganistanu v letih 2001 in 2002, toda še vedno je šlo večinoma za civilne satelite. Tukaj je treba poudariti, da je 50.000 vojakov leta 2001 uporabljalo petkrat več komunikacijskih povezav kot deset let prej 500.000 vojakov, kar pomeni, da se je v desetih letih povprečna uporaba pogovorov prek satelitov na osebo povečala za 50-krat. Na začetku vojne v Iraku leta 2003 so sile ZDA že razpolagale s kapaciteto prenosa podatkov 2,4 gigabita na sekundo. V operacijo je bilo vključenih 50 satelitov komercialnih podjetij. Satelitski signali, ki oddajajo EHF<sup>17</sup> frekvence, so zagotavljali vojnim ladjam 50-krat hitrejši prenos zaupnih podatkov kot v preteklosti, ko je bila ta hitrost omejena na 128 kilobitov na sekundo. Poleg tega so s pomočjo globalnega pozicioniranja usmerjali več kot 6.000 izstreljenih satelitsko vodenih raket vrste JDAM (O'Hanlon 2004, 4).

## **7.2 Clintonova administracija**

V obdobju detanta in po koncu hladne vojne so se pogovori okoli nacionalnih vesoljskih politik nekoliko umirili. A to ni trajalo dolgo, saj je izvolitev predsednika Clintona leta 1992

---

<sup>17</sup> To je najvišja frekvenca radijskega oddajanja, ki obsega vrednosti od 30 do 300 gigahertzov. Valovna dolžina takega oddajanja je od deset do enega milimetra (Wapedia 2008).

okrepila strateški razvoj vesoljske politike. Ker je šlo v tem primeru bolj za preobrazbo strateških sistemov v konvencionalne, to ni zadevalo vesoljskih sistemov neposredno, čeprav so imeli nekateri sistemi za obrambo proti konvencionalnim raketam zmožnost uničenja satelitov v nizki orbiti. Predsednik Clinton je znova poudaril pomen nacionalne strateške obrambe iz sredine prejšnjega stoletja, a jo je omejil na sisteme na kopnem. V vesolju bi bili nameščeni le senzorji kot podporni element teh sistemov. Prav tako je upočasnil razvoj kinetičnih orožjih in programa »Clementine II«<sup>18</sup> iz obdobja predsednika Busha st.

Vendar pa takratni predsednik ZDA ni povsem ustavil razvoja vesoljske tehnologije. Ves čas je podpiral dva programa, in sicer obrambo pred raketami srednjega dosega in obrambo pred konvencionalnimi raketami z zračnim laserjem. Slednji se razvija še danes in ima značilnosti protisatelitskega orožja. Poleg tega je dovolil uporabo infrardečega kemičnega laserja<sup>19</sup> (MIRACL) pri testiranjih proti tarčam v vesolju, saj je poudarjal, da morajo ZDA imeti vsaj osnovno zmožnost uporabe zemeljskih laserjev v protisatelitskem bojevanju.

Clintonova nacionalna varnostna strategija iz leta 1998 je obnovila in razjasnila ameriške interese in načrte za ohranitev prevlade v vesolju. Dokument poudarja elemente, potrebne za zagotovitev ekonomskega, vojaškega in političnega uspeha v novem tisočletju. Uspeh te strategije je temeljil na uspešni integraciji vesoljskega razvoja v državne načrte. Glavne teze, ki zadevajo uporabo vesolja, so:

- neoviran dostop in nemotena uporaba vesolja sta bistveni za nacionalno varnost;
- odvracati vse grožnje proti dostopu do vesolja in njegove uporabe;
- če je potrebno, onemogočiti vsa sovražna dejanja proti dostopu in uporabi vesolja.

(A National Security Strategy for a new Century 1998)

---

<sup>18</sup> Predsednik Clinton je 15. oktobra 1997 na predlog namestnika sekretarja za obrambo Johna Hamra ukinil dva vesoljska programa. Prvi je predvideval gradnjo vesoljskega letala in je bil vreden 10 milijonov dolarjev, drugi, Clementine II, vreden 30 milijonov dolarjev, pa je sicer predvideval razvoj miniaturnega vesoljskega plovila za odvracanje in obrambo proti asteroidi, vendar pa je jasno, da bi tako orožje lahko uporabili tudi pri obrambi proti balističnim raketam. Razlog je bil kratek in jedrnat: »*Trenutno na ministrstvu za obrambo ne čutimo potrebe po takšnih vojaških zmogljivostih*« (Nasa Ames Research Center 1997).

<sup>19</sup> Eden izmed prvih laserjev z megavatno močjo, ki je v operativno uporabo prišel leta 1980. Njegovo žarčenje lahko traja do 70 sekund, laserski žarek ima obliko kvadrata z dolžino stranice 21 cm. Uspešno je opravil več kot 150 testiranj, med njimi verjetno najbolj znano uspešno uničenje satelita na 432 kilometrih višine (Pike 1998a).

Za učinkovite oborožene sile, ki bodo zmožne operirati na kopnem, morju in v zraku, je ključnega pomena, da se ohrani tehnološka prednost v vesolju. Ker smo priča vse močnejši globalizaciji, vse več držav razvija zmožnosti, ki bodo v prihodnosti konkurirale tej prevladi ZDA v vesolju. Posledično vesolje dobiva prioriteto vlogo, predvsem v združenih vojaških operacijah. Tako kot je svoboda morja povzročila vzpon velikih mornaric, tako bo svoboda akcije v vesolju prisilila narode, da bodo gradili sisteme za zaščito tega novega vojaškega okolja (Carey 2000, 40).

### **7.3 Busheva administracija**

Predsednik Bush ml. je nadaljeval njegovo delo. Tako oborožene sile ZDA razvijajo laserske motilnike za prikrito delovanje satelitov za opazovanje in sisteme za motenje komunikacijskih satelitov in satelitov za opazovanje. Poleg tega so ZDA zopet obudile razvoj protisatelitskih orožij s kinetično energijo, ki je bil nekaj let izpuščen iz finančnih načrtov.

Predsednik George W. Bush je 31. avgusta 2006 predstavil novo nacionalno vesoljsko politiko. Ta se močno razlikuje od vesoljske politike predsednika Clintona izpred desetih let. Prejšnji dokument poudarja uporabo vesolja v miroljubne namene, zdajšnji pa zagovarja uporabo vesolja v vojaške namene in agresivno nastopa proti vsem poskusom kršitve dominanc ZDA v vesolju ali omejevanja razvoja vesoljskih orožij. Sedanja vesoljska politika ZDA poudarja, da bodo ZDA razvijale in razvrščale vesoljske zmogljivosti, ki postavljajo ZDA na prvo mesto pri uporabi vesolja. Ministrstvu za obrambo daje nalogo, da zagotovi vsa potrebna sredstva za podporo delovanja v vesolju, uporabo sile in nadzor vesolja. ZDA bodo nasprotovale vsem novim režimom in omejitvam, ki bi omejevali dostop oz. uporabo vesolja. Kot vidimo, se nova nacionalna vesoljska politika ZDA nagiba k razvijanju vesoljskih orožij. V zadnjih nekaj desetletjih so tako ZDA kot tudi druge države razvile izredno nevarna orožja, namenjena predvsem za uničenje mest in satelitov. Če bi jih namestili v vesolje in tudi uporabili, bi se prostor okoli našega planeta spremenil v ogromno bojišče, kar bi povzročilo neverjetno drago oboroževalno tekmo in navsezadnje tudi uničujočo jedrsko vojno. Militarizacija vesolja je trenutno zakopana nekje v skritih delih proračuna Pentagona, čeprav je bila postavljena v

ospredje pri interesih Busheve administracije in naj bi bila postavljena tudi v ospredje nacionalnih interesov (Caldicott in Eisendrath 2007, 2).

Po izvolitvi na mesto predsednika ZDA je predsednik Bush na mesto generalnega sekretarja za obrambo postavil Donalda Rumsfelda. To je bila za razvoj vesoljskih orožij pomembna poteza, saj je Rumsfeld pred tem mandatom opravljal funkcijo predsednika komisije za uporabo vesolja v vojaške namene in takrat opozoril na mogoč scenarij, ki ga je poimenoval »vesoljski Pearl Harbour«. Da bi se ZDA tem scenariju izognile, bi morale sprejeti vrsto ofenzivnih in defenzivnih ukrepov, da bi zaščitile svoje interese v vesolju. Te ukrepi so bili uperjeni predvsem proti Kitajski in Iranu, ki bi postopoma lahko razvila energetske laserje in vodene mikrosatelite, kar bi vsekakor predstavljalo grožnjo ZDA in njihovem neomejenem dostopu do vesolja (O'Hanlon 2004, 13).

V obdobju Clintonove administracije je poveljstvo letalstva ZDA obravnavalo vesolje kot bojni prostor. Predstavljali so si, da bo letalstvo ZDA nekoč zajemalo zračne in vesoljske sile oz. celo vesoljske in zračne sile. Vesoljsko poveljstvo je leta 1998 sprejelo dolgoročni načrt vesoljske obrambe. Med drugim dokument navaja, da če preventivni ukrepi za zaščito ameriških vesoljskih sistemov ne bi zadostovali, bodo ZDA uporabile vojaško silo za zmanjšanje nasprotnikovih vesoljskih zmogljivosti, vključno z napadi na zemeljske sisteme, povezave z vesoljem in vesoljska plovila (Control of Space 1998). Toda v širšem kontekstu je Rumsfeld oznanil jasnejši pristop k temu. ZDA morajo razvijati vesoljska plovila, ki zahtevajo izredno kratek reakcijski čas, in poiskati boljše načine za doseganje vojaških učinkov v vesolju. Povprečno izobražen človek v sedanji uradni vesoljski doktrini zlahka opazi poudarek na motenju, zmanjševanju učinka, in če je potrebno, tudi uničenju sovražnih vesoljskih sistemov v prihodnjih konfliktih. Odločitev Busheve administracije leta 2001, da odstopi od sporazuma o uporabi protibalističnih orožij, neposredno zadeva vesoljsko politiko. Poleg tega so ZDA oktobra ukinile vesoljsko poveljstvo kot eno izmed desetih združenih poveljstev ZDA in njegove funkcije podredile strateškemu poveljstvu (O'Hanlon 2004, 14).

Vendar se vsi niso strinjali z Rumsfeldovo politiko. Vodja večine v ameriškem senatu Tom Daschle je leta 2001 ostro kritiziral oboroževanje vesolja in k temu pozval tudi vse

demokrate. To verjetno izvira iz filozofske predstave, da je vesolje naravna zaščita celotnega človeštva in se mora zato uporabljati v nevojaške oz. vsaj negrozeče in neofenzivne namene. V okviru te ideologije nasprotniki oboroževanja vesolja poudarjajo, da ZDA kot trenutna vesoljska velesila s širitvijo orožja v vesolju tvegajo izgubo zmožnosti komuniciranja in opazovanja s pomočjo satelitov, od katere so tako močno odvisni. Prav tako se večja odvisnost svetovne ekonomije od satelitov, kar bi vsekakor postalo tvegano, če bi nad atmosfero namestili oz. uporabljali vesoljsko orožje. Čeprav je širitev fiberoptičnih napeljav zmanjšala pomen satelitov pri telefonskih uslugah in globalni ekonomiji, se danes s satelitsko industrijo ukvarja več kot 1.000 podjetij v več kot petdesetih državah. Busheva vesoljska politika je sprožila negotovanje tudi drugod po svetu. ZDA so očitali, da si enostransko povečujejo vojaške prednosti v vesolju prav na račun držav, ki nasprotujejo širjenju orožja v vesolju. V zadnjih letih sta Rusija in Kitajska močno nasprotovali militarizaciji vesolja in zagovarjali sprejetje prepovedi preizkušanja, nameščanja in uporabe vojaških vesoljskih zmogljivosti. Tej opoziciji so se pridružile tudi nekatere ameriške zaveznice, vključno s Kanado, ki je predlagala, da se na konferenci Združenih narodov o razoroževanju leta 1998 v Ženevi skliče komite za vesolje. Generalna skupščina ZN že več kot dvajset let s svojimi resolucijami nasprotuje širjenju orožja v vesolju. Decembra 2001 je v Ženevi potekalo glasovanje o sprejetju sporazuma o omejitvi širjenja orožja v vesolju. ZDA, Mikronezija, Izrael in Gruzija so se vzdržali, rezultat glasovanja pa je bil 156 proti nič v korist sporazuma. Kitajska je leta 2001 predstavila nepopoln predlog sporazuma o omejitvi širjenja orožja v vesolju, leto kasneje pa je to ponovila skupaj z Rusijo (O'Hanlon 2004, 16-17).

Zagovorniki širitve orožja v vesolje so se opirali predvsem na dejstvo, da je vesolje že militarizirano, čeprav mogoče na malce prikrit način. Kot že rečeno, imajo rakete srednjega in dolgega dosega značilnosti protisatelitskega orožja. Poleg tega lahko rakete in vesoljska plovila ponesejo v vesolje majhne vodene satelite, opremljene z eksplozivnimi sredstvi, ki se lahko približajo in uničijo druge satelite. Zagovorniki Busheve vesoljske politike poudarjajo tudi, da bodo ZDA ta orožja uporabile za preprečitev uporabe satelitov za podporo vojnih operacij drugih držav na kopnem, morju in v atmosferi. Iz tega pa izhaja tudi vprašanje, zakaj bi bilo prav vesolje varno območje, če prejšnja vojna območja niso (O'Hanlon 2004, 18).

## 8 VESOLJSKA ZAKONODAJA

Kronologija o uporabi vesolja se začneja z Ustanovno listino združenih narodov, ki je bila podpisana 26. junija 1945 v San Franciscu, veljati pa je začela 3 mesece kasneje. Večina temeljnih načel, zapisanih v tej listini, je bila podlaga za kasnejše zakone o uporabi vesolja. V skrajšani obliki ta dokument od držav članic zahteva, da spore rešujejo po mirni poti, da ne uporabljajo sile za pridobitev tujih ozemelj, in kar je najpomembnejše, da ima vsaka država pravico do samoobrambe (Charter of the United Nations 1945). Iz tega so se razvili dejanski vesoljski zakoni za prihajajočo vesoljsko tekmo med ZDA in Sovjetsko zvezo:

- vesolje ni predmet za kakršnekoli zahteve po suverenosti;
- vesolje mora biti dostopno vsem narodom;
- vesolje se lahko uporablja le v miroljubne namene in kakršnokoli nameščanje, širjenje in uporaba orožja za množično delovanje v njem so strogo prepovedani;
- vesoljski objekti morajo biti registrirani pri Združenih narodih;
- država je odgovorna za svoje objekte v vesolju, tako vladne kot komercialne;
- nihče ne sme graditi vojaških baz ali izvajati vojaških manevrov na drugih nebesnih telesih;
- ZDA in Sovjetska zveza ne smejo razvijati vesoljske protibalistične obrambe (Carey 2000, 32).

### 8.1 Samoobrambne cone

Eden izmed načinov oblikovanja pravil za zmanjšanje nasprotnikovih sovražnih načrtov, povečanja reakcijskega časa in definiranja obrambe v vesolju je uporaba t. i. samoobrambnih con. Shema teh con, ki se raztezajo od srednje do geostacionarne orbite in še naprej, sta predstavila Albert Wohlstetter in Brian Chow. Shema za geostacionarno orbito je sestavljena iz 36 sektorjev, vsak od njih pokriva 10 stopinj zemeljske širine. Ker geostacionarna orbita omogoča satelitu, da se vseskozi giblje nad isto točko na zemeljskem površju, bi tudi posamezna cona pokrivala vedno eno in isto območje. Po višini bi se te cone raztezale med 34.500 in 46.000 km. Vsaka cona bi bila dovolj velika za namestitev večjega števila satelitov, poleg tega pa bi vse

cone zagotavljale skoraj popolnoma enako vidljivost celotnega zemeljskega površja. Nad geostacionarno orbito bi te cone nadomestili nebesni ščiti. Samoobrambne cone se ne bi raztezale do nizke orbite, saj jo zemeljska orožja, kot so razni prestrezniki, lahko dosežejo (Petersen 1991, 49).

Wohlstetter in Chow sta predlagala razdelitev teh con in ščitov med tri uporabnike. En del bi upravljale ZDA, NATO in njihove zaveznice, drugi del Sovjetska zveza in njene zaveznice, tretji del pa bi dobile neuvrščene države. Vsaka skupina držav bi imela neomejen dostop do njihovih con, prehod v druge cone pa bi bil mogoč le, če ti posegi ne bi predstavljali nikakršne grožnje za preostali dve skupini držav. Ob morebitnem sovražnem vdoru v neko tujo cono bi lahko lastnica te cone označila tak satelit za sovražnega in uporabila vsa sredstva, da ga nepoškodovanega izrine iz te cone. Politika samoobrambnih con bi morda lahko delovala v miru, vendar pa ni bila sprejeta zaradi političnih nesoglasij in samih tehničnih težav.

Tehnične pomanjkljivosti postavitve samoobrambnih con presegajo njihove prednosti. Tako na primer ne zagotavljajo obrambe pred orožjem z usmerjeno energijo, saj tako delovanje teh orožij ne zahteva fizične navzočnosti. Poleg tega bi grupiranje lastnih satelitov v določeni coni olajšalo delo tem energetskega orožja. ZDA so med drugim videle nevarnost tudi v vesoljskih minah, opremljenih s tehnologijo »stealth«.

Samoobrambne cone so predstavljale tri glavne politične probleme. Razdelitev vesolja na cone bi povzročilo kršenje pravil sporazuma o uporabi vesolja, sprejetega 10. oktobra 1967, ki opisuje vesolje kot »provinco celotnega človeštva«. Neuvrščene države bi ostale brez dveh tretjin geostacionarne orbite. Tako je večina teh držav označila uvedbo samoobrambnih con kot nepravilno, poleg tega pa je bilo malo verjetno, da bi bila Sovjetska zveza pripravljena sodelovati z ZDA. In nazadnje, ker bi ustanovitev teh con temeljila na prostovoljnih političnih dogovorih med državami, bi ob morebitnem izbruhu vojne ta razdelitev postala brezpredmetna (Petersen 1991, 50-51).

## **8.2 Zakon o uporabi vesolja 1967**



V preambuli tega zakona je napisano, da »se mora v vesolju prepoznati skupni interes vsega človeštva v procesih raziskovanja in uporabe v miroljubne namene«. Zakon sicer prepoveduje uporabo orožij za množično uničevanje v vesolju in gradnjo fortifikacij na drugih nebesnih telesih, vendar pa ni dovolj definiral, kaj v tem primeru pomeni orožje za množično uničevanje. Ta zakon je potihoma dovoljeval vesoljske laserje in protisatelitske prestreznike in tako v bistvu odprl možnosti za oboroževanje vesolja, kajti ni podrobno interpretiral razlike med miroljubno ter neagresivno uporabo vesolja. Ta pa lahko vključuje sisteme za zgodnje opozarjanje ali samoobrambne sisteme, ki se lahko razvijejo oz. imajo vojaške zmožnosti (Outer Space Treaty 1967).

Čeprav se Sovjeti niso trudili, da bi dovolili prosto preletavanje satelitov za opazovanje prek njihovega ozemlja v miru, so s podpisom sporazuma o uporabi vesolja le pokazali določeno pripravljenost na pogajanja o vesoljskem pravu. A kljub temu to ni demilitariziralo vesolja. Dogovori o prepovedi uporabe protisatelitskih orožij še zdaleč niso končani, poleg tega pa miroljubni dogovori, kot je na primer Sporazum o preventivnih ukrepih proti incidentom na odprtem morju in nad njim<sup>20</sup> (INCSEA), omogočajo več potencialnih možnosti za neko srednjo pot kot razne prepovedi ali uvedba samoobrambnih con.

### **8.3 Problemi omejevanja protisatelitskega orožja**

ZDA niso bile zadovoljne z asimetrijo protisatelitskih sistemov v 80. letih, saj s svojimi zmogljivostmi niso predstavljale resne grožnje Sovjetski zvezi. Poleg tega je pomembneje imeti učinkovite protisatelitske sisteme, kot pa jih prepovedati. Številne omejitve protisatelitskih sistemov niso bile v ospredju nacionalnih interesov ZDA, kajti to bi pomenilo nastanek varnega območja za sovjetske satelite, kar bi za SZ predstavljalo znatno prednost v vojni. Na primer v nekem bojnem scenariju bi bile ZDA kot pomorska velesila veliko bolj odvisne od nadzora nad morjem kot SZ. Slednja pa bi s svojimi sateliti v zelo kratkem času iz varnega območja izsledila ameriške ladje, kar pa seveda nikakor ni bilo v interesu ZDA. Vendar pa poročila iz leta 1984 ne

---

<sup>20</sup> Sporazum so 25. maja 1972 podpisale ZDA in Sovjetska zveza predvsem zaradi izvajanja določenih akcij na morju in v zraku, ki bi jih druge države lahko preveč resno vzele in bi sledili nepotrebni incidenti. Najpomembnejše točke sporazuma so ukrepi za preprečitev trčenj na morju, obveščanje vsaj tri dni vnaprej o izvajanju določenih operacij in letno srečanje, na katerem se je preverilo splošno spoštovanje sporazuma (US Department of State).

izključujejo popolnoma prihodnjih sporazumov o omejitvah orožij za uničevanje satelitov. ZDA se v tem času zavedajo, da tehnologija, ki predstavlja nevarnost za njihove satelite, presega njihovo znanje, zato se pojavi določena potreba po omejitvah protisatelitskih orožij, saj ta predstavljajo največjo nevarnost.

Eden izmed načinov, kako omejiti vojaške aktivnosti v vesolju, je povsem logičen in razumljiv. Gre za prepoved testiranja, proizvodnje in uporabe kakršnihkoli protisatelitskih orožij, bodisi v vesolju bodisi na tleh, in kakršnihkoli orožij, ki iz vesolja napadajo zemeljske cilje, seveda z ustreznimi pogodbami in njihovo kodifikacijo. Te ideje so skladne s predlogi, ki sta jih podala Rusija in Kitajska na konferenci o razoroževanju v Ženevi julija 2003 (Conference of Disarmament 2003). Vendar pa se pojavljajo določene težave pri uresničevanju teh predlogov. Najprej se je težko prepričati, ali sistemi, ki jih druge države na nosilnih raketah pošiljajo v vesolje, niso protisatelitski sistemi, še posebno, ker je mikrosatelite težko odkriti. Nekateri so predlagali, da bi bil vsak tovor, ki gre v vesolje, pregledan od strokovnih komisij, toda država, ki bi bila na robu vojne, bi v tem primeru takoj zavrnila tovrstne ukrepe. Ker lahko danes testiramo mikrosatelite, ne da bi ti bili videti kot protisatelitsko orožje, bi zgoraj opisani ukrepi kmalu postali brezpredmetni. Podobna težava se pojavlja pri prepovedi vseh vrst zunanjih eksperimentov in lansirnih testov. Laserski žarek lahko testiramo kot orožje proti balističnim raketam, ne da bi drugi odkrili, da gre za protisatelitsko orožje. Pri manevrskih preizkusih mikrosatelita gre lahko za znanstvene raziskave, ne da bi razkrili pravi pomen testiranja. V tem primeru tovrstne prepovedi ne bi imele prevelikega učinka. Države, ki imajo sodobno razvito obrambo proti balističnim raketam, imajo tudi protisatelitsko orožje, kajti nihče ne more prepovedati oz. izničiti fizikalnih zakonov. Države se sicer lahko obvežejo, da svojih balističnim obrambnim sistemom ne bodo dale potrebne programske opreme ali pa jih povezale s potrebnimi sistemi za pridobivanje podatkov in jim tako dodale zmogljivosti za uničenje satelita, vendar pa se spet postavljata pod vprašaj nadzor in verifikacija teh izjav. Navsezadnje pa ima lahko celo vesoljsko plovilo lastnosti protisatelitskega orožja in če te prepovemo, potem se vsa vesoljska tehnologija, od katere je odvisen naš vsakdanjik, nemudoma zaustavi. Tako je torej preizkušanje protisatelitskega orožja sicer lahko eksplicitno prepovedano, vendar je njegov pomen omejen (O'Hanlon 2004, 109-110).

V prihodnosti se lahko zgodi, da ZDA ne bodo imele več koristi od prepovedi protisatelitskih orožij, kajti sateliti njenih nasprotnic jo lahko postavijo v nezavidljiv položaj. Obstaja mnogo drugih preventivnih ukrepov pred tem scenarijem, ki ne zajemajo uporabe protisatelitskih orožij, vendar pa potreba po teh v prihodnosti ne sme biti izključena. Ozmimo se na vesoljska orožja, namen katerih je uničevanje ciljev na zemeljskem površju. Razvoj in uporaba tovrstnih orožij bi zahtevala obširne preizkuse na zemlji o vplivu razmer v atmosferi na delovanje laserja. V tem primeru bi bile dosedanje prepovedi in omejitve preverljive in učinkovite. Toda dokler ZDA razpolagajo z vsemi drugimi vojaškimi sistemi za boj na dolge razdalje, to za njih niti ni tako pomembno (O'Hanlon 2004, 110-111).

Vendar pa so omejitve glede širjenja protisatelitskih orožij zelo pomembne, ne samo zaradi prepovedi uporabe kot take, ampak tudi zato, da zaščitijo druge države pred težnjami ZDA in ščitijo vesolje pred nepotrebni odpadki ter tveganji za dolgoročno varno uporabo. Te omejitve bi bile lahko naslednje:

- obnovljivi začasni ukrepi proti razvijanju, preizkušanju in uporabi protisatelitskih orožij oz. vesoljskih orožij za zemeljske cilje;
- prepoved preizkušanja in uporabe protisatelitskih orožij nad določeno višino;
- prepoved takih orožij, ki v vesolju puščajo odpadke;
- prepoved proti prvi uporabi protisatelitskega ali vesoljskega orožja.

Take začasne prepovedi ne bi bile nič bolj preverljive kot tiste, ki so že sprejete, vendar pa bi bile v določenih primerih lahko smiselne (O'Hanlon 2004, 111).

## **9 SODOBNA VESOLJSKA VOJAŠKA PLOVILA**

Interesi za gradnjo vesoljskega vojaškega letala so se prvič pojavili pred približno 50 leti z razvojem znanosti in tehnologije ter oblikovnih in operativnih študij. Začelo se je s programom DynaSoar/X-20, s hipersoničnim X-20 in z dvigajočim trupom X-24 od poznih 50. do začetka 70. let. V zgodnjih 80. so se razvijale študije o napredni vojaški zmogljivosti vesoljskega letenja (AMSC), čezatmosferskem plovilu (TAV) in vojaško-zračnovesoljskem plovilu (MAV). Med letoma 1984 in 1992 sta potekala razvojna programa nacionalnega zračnovesoljskega letala

(NAV) in zmožnosti enostopenjskega doseganja orbite. V okviru slednjega so se vrstili razni tajni in javni projekti, kot so SCIENCE DAWN, SCIENCE REALM in HAVE REGION. Navsezadnje pa je proti koncu stoletja v okviru organizacije za obrambo proti balističnim raketam ZDA in njihovim programom enostopenjske raketne tehnologije prišlo do izdelave eksperimentalnega vesoljskega letala za večkratno uporabo (DC-X).

### **9.1 Projekt »Dynasoar«**

Projekt Dynasoar je bil prvi poskus ZDA za izdelavo raketnega jadralca in je bil v tem kontekstu načrtovan za november 1959. Letalo XB-70 Valkyrie<sup>21</sup> naj bi 4.535 kg težko plovilo Dynasoar in njegov nekaj več kot 18 ton težak raketni pogon na tekoče gorivo poneslo na višino 21 km (70.000 čevljev) in ga nato izpustilo pri hitrosti 3 Mache. S to začetno hitrostjo in s svojim raketnim pogonom bi plovilo doseglo višino približno 480 km. Projekt je bil končan kmalu po prihodu Johna Kennedyja na oblast leta 1963 in po tem, ko so zanj porabili 430 milijonov dolarjev. Zaradi političnih nasprotovanj in strmoglavljenja druge različice letala XB-70 so program razvoja tovrstnih bombnikov ukinili, še preden so lahko izdelali tretjo različico. Ne glede na to pa so načrti za nadgradnjo še vedno ostali.

Koncept namestitve orbitalne komponente na trup nekega nosilnega plovila se je pojavil kar nekajkrat, nazadnje seveda v okviru programa »Blackstar«, vendar so zaradi tajnosti to poimenovali sistem »SR-3/XOV«, pri čemer je oznaka SR-3 predstavljala nosilno plovilo, XOV pa orbitalno plovilo.

V okviru tega razvojnega ciklusa sta bili predvideni dve vrsti orbitalnega plovila. Čeprav sta bila različnih velikosti, je šlo pri obeh za prekrivanje trupa in kril. Manjši je bil dolg med 18 in 20 metri, ki je bil lahko daljinsko voden ali pa je imel dva člana posadke. Večji naj bi meril približno 30 metrov in bi prevažal optične naprave oz. različni tovor za pilotsko kabino, odprta

---

<sup>21</sup> Letalo X-70 je bil t. i. »super bombnik« letalskih sil ZDA in naj bi popolnoma nadomestil izredno učinkovit bombnik B-52 kot glavno orožje strateškega zračnega poveljstva ZDA. X-70 je imel dva člana posadke in s svojimi šestimi motorji naj bi dosegel hitrost 3 Mache. Vgrajena je imel takrat še futuristična »delta« krila, ki jih je pri velikih hitrostih zožil na kot 65 stopinj. Obstajali sta dve različici tega letala. Na žalost se je pri drugi različici tega letala zaradi tehničnih težav zgodila katastrofa in nadaljnji razvoj so ukinili. Čeprav bombnik ni nikoli dosegel svojega namena, pa je dal dobro podlago nadaljnjim raziskavam (Military Spaceplane 1997).

za tovor pa bi bila na vrhnjem delu letala. Spodnji del bi bil preprečen z različnimi utori, ki bi preusmerjali zračne tokove v pogonske odprtine in s tem zmanjšali aerodinamične napetosti. Ta koncept preusmerjanja zraka naj bi bil predhodnik t. i. motorjev »aerospike«<sup>22</sup>, kasneje nameščenih na letalu X-33<sup>23</sup>, čeprav so pri Lockheed Martinu to zanikali. Zgornja dva primerka orbitalnih plovil naj bi imela zelo lahka krila, saj so bila dolga 12 metrov, široka nekaj več kot 4 metre, debela pa le med 0,8 in 1,3 cm. Zaradi svoje tajnosti naj bi se orbitalno plovilo z letalom C-5 Galaxy takoj po pristajanju transportiralo v domačo bazo, finančni vložki za ta projekt pa naj bi bili prikriti z vlaganjem v nacionalno zračnovesoljsko letalo in v lovsko letalo ameriške mornarice A-12 (Lasker 2006).

Program se je srečeval s težavami pri pogonskem sistemu, tako da so šele v letih 1990–91 z uporabo visokoenergijske borove želatine dosegli zadostno moč motorjev. Borova želatina kot pogonsko gorivo se je pojavila že v 50. letih in naj bi bil glavni adut pri bombnikih B-70 in F-108, kajti dosegala je 40 odstotkov boljše razmerje med doseženo energijo in težo goriva kot kerozin. Vendar je ta želatina pri izgorevanju dejansko uničila motor, poleg tega pa je strupena in je postala tarča ustanov za preprečevanje kemijskega orožja. Tako se je koncept izneveril in B-70 je spet uporabljal kerozin. (James 2006)

## 9.2 Program FOBS

Razlog za razvoj tega programa je bila prednost ZDA pred Sovjetsko zvezo v vesoljski tehnologiji, neposredno pa so jo ogrožale rakete srednjega in kratkega dosega, ki so bile nameščene v Turčiji in JZ Aziji. Nastanek programa je naznanil kar sam predsednik Hruščov, ko

---

<sup>22</sup> Gre za vrsto raketnega motorja, ki ohranja dobre aerodinamične lastnosti pri velikih višinskih razlikah s pomočjo posebnih zračnih odprtin. Na nizkih višinah porabi od 25 do 30 % manj goriva kot drugi motorji, ki prav na majhnih višinah porabijo največjo zalogo goriva. Razvijali so ga mnogo let v okviru različnih programov za izdelavo enostopenjskih nosilnih raket. Pri navadnih motorjih pospešek ustvarjajo izpušni plini, ki izhajajo iz zračnih šob na zadku motorja. Ker je gostota na velikih višinah zelo majhna, nastajajo velike izgube moči, zato morajo vsak motor prilagoditi za posebno višino. Motorji Aerospike pa imajo namesto teh zračnih šob nameščen posebno klinasto izboklino (»spike«). Ta izboklina predstavlja notranjo plast zračne šobe, medtem ko zunanjo plast predstavlja kar atmosferski tlak. Ker se lahko izpušni plini raztezajo tudi po širini pri nižjem tlaku, ta motor izniči slabosti običajnih motorjev.

<sup>23</sup> X-33 je bilo brezpilotno orbitalno plovilo proizvajalca Lockheed Martin kot poskusni projekt vesoljskega plovila za večkratno uporabo in enostopenjskega plovila VentureStar. Plovilo je združevalo več sodobnih tehnologij: kovinski toplotni ščit, kompozitni rezervoarji na tekoči vodik, novi aerospike raketni motorji in neodvisni nadzor leta. Zaradi tehničnih težav na rezervoarjih in nestabilnosti je NASA leta 2001 projekt preklcala. Za ta projekt sta NASA in Lockheed Martin skupno porabila 1,3 milijarde dolarjev (X-33 VentureStar 1999).

je v svojem govoru med drugim povedal, da so z nastankom tega oborožitvenega sistema obrambni sistemi za zgodnje opozarjanje zgubili svoj pomen. V okviru tega programa je Sovjetska zveza od začetka 60. let razvijala istoimenski vesoljski oborožitveni sistem, ki bi poletel v nizko orbito in od tam napadal cilje na zemeljskem površju. Polet v orbito in bojno delovanje od tam bi omogočala napade na ZDA tudi prek južnega pola, kar je imelo velik vpliv na ameriški obrambni sistem, ki je bil usmerjen proti grožnjam s severa. Čeprav je Sporazum o uporabi vesolja leta 1967 prepovedal uporabo jedrskega orožja v orbiti, so bili po takratni zakonodaji še vedno dovoljeni sistemi za nameščanje orožja v vesolju. Tako so se Sovjeti izognili kršenju sporazuma in še naprej opravljali testiranja na tem sistemu brez jedrskih bojnih konic.

V okviru tega programa so se razvile tri vrste raket, izmed katerih pa je le prva, orbitalna raketa 8K69, ki je bila dokončno razvita leta 1968, prišla v operativno uporabo. Razvoj rakete GR-1 je bil prekinjen zaradi težav s pogonskim sistemom, raketa R-86 pa je obtičala v skladiščih orožja v zadnji fazi razvoja. Ena izmed različic prve rakete (R-36O SS-9), ki je imela prirejeno drugo stopnjo, je bila sestavljena iz predela za instrumente, pogonskega sistema na tekoče gorivo in jedrske bojne glave. Po predvidevanjih strokovnjakov za vesoljsko znanost ZDA naj bi taka raketa ob eksploziji sprožila udarni val z močjo od enega do tri megatone. Raketo naj bi v orbito poneslo plovilo za večkratno uporabo, ki bi se po opravljeni nalogi hitro vrnilo v domačo bazo.

Po začetnih dveh neuspešnih testiranjih leta 1966 so Sovjeti med januarjem in oktobrom 1967 izvedli devet izstrelitev, ki so simulirale pravi napad. Testno raketo so vedno izstrelili pozno popoldne in jo utirili v trajektorijo, podobno polarni orbiti. Tako so dosegli optimalni let nad ozemljem Sovjetske zveze, ki je simuliral vstop v orbito, prehod nazaj v atmosfero in končni udarec. Glavni cilj tega sistema je bilo uničenje radarjev za zgodnje opozarjanje in raketnih silosov, še preden bi se lahko protibalistična obramba odzvala na napad. Vendar pa sta bili pomanjkljivosti teh raket omejena natančnost in polnitev, zato so bile dokaj neučinkovite proti trdnejšim ciljem.

Mednarodni sporazum SALT II, ki je dopolnjeval prejšnje sporazume o uporabi vesoljskih oborožitvenih sistemov, je leta 1979 prepovedal program FOBS, ki je bil januarja

1983 tudi dokončno ukinjen. Od leta 1968 pa vse do prepovedi tovrstnih sistemov je Sovjetska zveza izvedla dva operativna testa na leto. Čeprav so orožje namestili v 18 raketnih silosov, se orožje v kakšni vojaški operaciji ni nikoli uporabilo (Pike 1998b).

### **9.3 Tajni program »Blackstar«**

Začetki skrivnostnega dvostopenjskega vesoljskega letala segajo v leto 1980 v okviru programa »Blackstar«. Njegov namen naj bi bil izvidovanje, nameščanje satelitov in verjetno tudi orožij v vesolje, kajti logično je, da imajo taka letala zmogljivosti tako protisatelitskih orožij kot tudi zmožnosti napada ciljev na tleh iz vesolja. Ukinitve tega programa je morebiti posledica zamrznitve finančnih sredstev zaradi vojnih izdatkov ali pa to letalo preprosto ni doseglo operativnih ciljev.

Nosilno vesoljsko plovilo, ki je zelo podobno zgodovinskemu supersoničnemu bombniku XB-70, lahko ponese njegovo orbitalno komponento, ki je pripeta pod njegovim trupom, pri supersonični hitrosti v nizko orbito. Vesoljsko letalo se od svojega nosilnega plovila odlepi s pomočjo svojih raketnih motorjev.

Glavna vojaška prednost tega letala naj bi bilo presenečenje, saj bi bil ta prisoten nad cilji na zemlji, še preden bi se tem uspelo maskirati oz. skriti. Po drugi strani je mogoče trajektorije sovražnikovih opazovalnih satelitov predvideti v tolikšni meri, da se pri izvajanju operacij izognemo preletu teh satelitov nad vesoljskim letalom.

Na vesoljsko letalo se lahko namesti fotografsko napravo z 1 meter široko odprtino, v kateri je prilagodljiva optika z natrijevo-ionskim zaznavnim laserjem, s katerim lahko ob upoštevanju odklonov laserja zaradi atmosferskih turbolenc pridobivamo zelo dobre posnetke zemeljskih tarč ali vesoljskih objektov. Prav tako lahko vesoljsko letalo ponese v nizko orbito določene mikrosatelite ali pa je opremljeno z hipersoničnimi orožji brez bojnih glav, katera bi lahko, izstreljena iz vesolja, s svojo hitrostjo več Machov lahko uničila globoko zakopane bunkerje ali skladišča orožja.

Boeing naj bi bilo eno glavnih podjetij, ki naj bi sodelovalo v programu »Blackstar«, saj je 14. oktobra 1986 dodelalo ameriški patent dvostopenjskega vesoljskega transportnega sistema. Poleg tega pa patent št. 4802639 nazorno razlaga, kako bi se majhno orbitalno plovilo s pomočjo lastnega pogonskega sistema odcepilo s trebuha nosilnega plovila pri hitrosti 3,3 Macha in na primerni višini doseglo orbito ter po končani misiji pristalo na zemlji (Boeing 2006). Ta Boeingov patent je skoraj identičen tistim, ki so jih uporabljali pri programu Blackstar.

#### **9.4 Sodobne zahteve pri razvoju vojaških vesoljskih letal**

Vlada zahteva od svojih pogodbenikov, da načrtujejo, izdelujejo, analizirajo in preizkušajo svoje tehnološke komponente, podsisteme in podsistemske združitve ter da obenem podajo tudi stopnjo tveganja za kritične tehnologije. Pogodbenik naj bi uporabil integrirani tehnološki poligon za zmanjšanje tveganja sprememb in odstopanj pri razvoju operativnosti, varnosti, zanesljivosti in pri načrtovanju testov ter navsezadnje pri izdelavi posameznih konfiguracij vojaškega vesoljskega letala od Mark I do Mark IV. Posebnost tega projekta so bile posamezne misije, ki bi same po sebi pokazale določene zahteve. Tako bi na primer pri neki misiji točno vedeli, kaj morajo popraviti oz. dopolniti, da dosežejo naslednjo misijo in tako vse do končne izdelave vojaškega vesoljskega letala, kar naj bi zmanjšalo obstoječe potrebe po gorivu vsaj za polovico. Mark I bi bil samo nosilno plovilo z nosilno kapaciteto 5 ton, Mark II bi že letel v orbiti, njegova nosilna kapaciteta bi bila 10 ton. Nosilna kapaciteta konfiguracije Mark III bi bila 20 ton, poleg tega pa bi že lahko obkrožil Zemljo v polarni orbiti s tovorom 500 kg in pri tem uspešno pristal na tleh. Mark IV bi imel pri enakem manevru nosilno kapaciteto 2.500 kg, drugače pa bi lahko v orbito ponesel 30 ton tovora.

Industrijski viri poskušajo s testiranjem na zemeljskem površju razviti čim bolj ključne materiale in tehnologije za bodoča vesoljska letala. Vendar je še prej treba razviti t. i. integrirani tehnološki poligon (ITT), s katerim bodo razvoj, združitve in preizkusi teh tehnologij sploh mogoči. Letalstvo ZDA v skladu s svojim proračunom išče inovacije in smernice v tovrstni industriji, da se zagotovita razvoj in preizkušanje ključnih tehnologij, kjer so konkurenčni koncepti vojaških vesoljskih letal podprti s preizkusi kritičnih materialov, ter da se ohrani konkurenčna industrijska baza za vojaška vesoljska letala.



Integrirani tehnološki poligon za vojaško vesoljsko letalo mora vsebovati računalniško podprt model, ki bo lahko združeval različne tehnologije, komponente in podsisteme z namenom pridobiti in razviti sistem v celoti. Čeprav ne gre za simulator letenja, pa mora tak poligon vseeno omogočati testiranje celotnega sistema na podlagi morebitnih vojaških vesoljskih operacij in podpornih zmogljivosti. Tak sistem mora zadostiti zahtevam, kot so hitra obnova in priprava za naslednjo operacijo, najmanjše mogoče število članov posadke (na tleh in v letalu) za njegovo ohranitev in operativno delovanje, preživeti vsaj nekaj sto različnih misij, dosegati vojaške standarde zanesljivosti, vzdržljivosti in razpoložljivosti v smislu lahkotnega vzdrževanja in popravila ter navsezadnje upravljanje vojaškega osebja z normalno stopnjo tehničnega urjenja (Pike 1999).

## **9.5 Nova generacija bombnikov**

Nasino eksperimentalno vesoljsko plovilo X-33 lahko naznanja ustanovitev majhne armade milijarde dolarjev vrednih vesoljskih bombnikov oz. vesoljskih operativnih plovil, ki bi lahko vzleteli z letalske baze in odvrgli orožje na katerokoli tarčo na Zemlji v roku 90 minut od ukaza. Pomanjšana kopija Boeingovega daljinsko vodenega letala X-37 z oznako X-40A je 19. maja 2001 na sedmem in zadnjem testiranju uspešno pristala v letalski bazi v Kaliforniji. Brezpilotno letalo je bilo v zraku le dve minuti, potem ko ga je spustil helikopter z višine 4.500 m in je dosegel hitrost slabih 500 km/h. Projekt, ki ga delno sponzorira tudi letalstvo ZDA, ni prinesel nobenih izjemnih rezultatov, vendar pa so na podlagi teh projektov zanimivi dolgoročni pogledi ameriškega letalstva.

Nova generacija bombnikov naj bi se zelo razlikovala od B-17 in tudi od bombnika B-2 s tehnologijo »stealth«, saj naj bi bila v 21. stoletju hitrost letala in s tem čas prihoda do tarče prav tako pomembna kot njegova oborožitev. Do zdaj naj bi letalstvo ZDA že dokončno obdelalo podrobnosti, kakšen naj bi bil novi bombnik, kako naj bi deloval, katere so njegove tarče in seveda kako naj bi bil oborožen.

### 9.5.1 X-37

Clintonova administracija je leta 1998 s posebnim vetom okrnila denar letalstvu ZDA za nadaljnji razvoj vojaškega vesoljskega letala. Vendar pa je letalstvo ZDA z minimalnimi sredstvi dobilo soglasje NASE za izboljšanje zmogljivosti letala X-37 za plovbo in manevriranje v orbiti in s tem za povečanje njegove vojaške koristnosti. Letalstvo ZDA je na svojih predstavitvah nosilnega plovila za večkratno uporabo poudarjalo in s tem zagovarjalo njegov razvoj, da bi to imelo zelo veliko korist v civilni sferi, saj bi lahko na primer pisemske pošiljke prehajale iz enega konca sveta na drugega v roku 24 ur.

Daljinsko voden X-37 je veliko manjši od raketoplana, saj je dolg 9 metrov, vključno z gorivom pa tehta od 5 do 8 ton. V primerjavi s 94 ton težkim in 37 metrov dolgim raketoplanom, ki ima kapaciteto tovora 20 ton, lahko X-37 ponese le od 1 do 2 toni tovora. Tako kot raketoplan tudi X-37 potrebuje nosilno raketo, da doseže orbito, za kar je potrebnih približno 12 ur priprav za njegov polet. Letalstvo ZDA in DARPA si zelo prizadevata, da bi nekoč razvila enostopenjsko vesoljsko letalo, ki bi preprosto vzletelo s pristajalne steze.

Leta 1999 sta NASA in Boeing izjavila, da vsak vlaga v razvoj letala X-37 78,5 milijona dolarjev in da letalstvo ZDA prispeva 16 milijonov dolarjev. Boeing je na svoji računalniški predstavitvi letala X-37 27. aprila 1997 za NBC News povedal, da naj bi to letalo za letalstvo ZDA predstavljalo novo »nosilno ploščad za orožje za večkratno uporabo«. Izstrelili bi ga s pomočjo ene izmed sodobnejših raket Delta iz baze v ZDA, nekje nad Sredozemskim morjem bi se to letalo od nje odlepilo in z dvema pripetima brezpilotnima ploviloma napadalo tarče v Iraku, nato pa se vrnilo v prvotno bazo. Orožje, ki bi ga letalo nosilo, naj bi bilo konvencionalno, poimenovali pa so ga »splošno zračno plovilo« (CAV). To je koncept za aerodinamično plovilo za večkratno uporabo z manevrskimi sposobnosti za povečan dolet in natančnost. Imelo bi možnost uničenja globoko zakopanih, oklepnih in mobilnih tarč. V orbito naj bi ga poneslo vojaško vesoljsko letalo ali konvencionalna balistična raketa. Dokončanje projekta je bilo načrtovano za obdobje 2003-04.

Vojaško vesoljsko letalo naj bi v orbito poneslo več tovrstnih plovil, na vsakem izmed njih pa bi bilo nameščenih več vrst orožij. Bojni komplet bi vseboval tri 100 kg težke pametne

bombe, šest sistemov LOCAAS<sup>24</sup>, penetrator za globoko zakopane tarče, paket »Hunter-Killer« z brezpilotnim letalom za premične tarče in še vrsto drugih specialnih orožij. Vsako izmed teh orožij bi tehtalo približno 500 kg in spada pod kinetična orožja. Plovilo s tako maso, spuščeno z velike višine, ima lahko hitrost od 6,5 do 9,5 km/s in tako ogromno količino kinetične energije, kar lahko povzroči močno eksplozijo. Na neki drugi Boeingovi predstavitvi so predstavili podobno orožje, ki bi letelo s hitrostjo skoraj 7,5 km/s, njegova natančnost pa naj bi bila do 3 m. Na podlagi teh orožij nekateri napovedujejo, da se bo jedrski arzenal spreobrnil v t. i. tehnološki arzenal (Windrem 2001).

Ker vesolje omogoča globalno pokritost, hiter odziv in majhno tveganje za napadalne enote, omogoča tovrstno plovilo takojšnji fleksibilni napad na različne tarče z različnim učinkom iz vesolja s konvencionalnim orožjem.

### 9.5.2 X-40

Vesoljsko manevrirno plovilo (SMV) X-40 bi lahko služilo tako za drugo fazo doseganja orbite kot tudi satelit za večkratno uporabo z različno vrsto koristnega tovora. Operacije, ki bi jih lahko opravljalo, so:

- taktično izvidovanje;
- nadomeščanje manjkajočih satelitov;
- odkrivanje in nadzor vesoljskih objektov;
- zaščita vesoljskih zmogljivosti.

Po izstrelitvi naj bi plovilo ostalo v orbiti približno eno leto. Zaradi njegove majhnosti in gibljivosti lahko spreminja svojo inklinacijo in višino bodisi zaradi taktičnih manevrov oz. boljše pokritosti določene geografske enote. Sestavljen naj bi bil iz podsistemov in komponent z nizko

---

<sup>24</sup> Orožje je namenjeno delovanju iz zraka, poganja pa ga manjši raketni pogon. Na trupu ima nameščeni dve raztegljivi krili za jadranje, zadaj pa tri krilca za usmerjanje. Ima svoja avtonomni GPS-navigacijski sistem in laserski iskalnik tarč (LADAR). Sistem lahko kroži na višini 230 m v naprej določenem območju približno 30 minut, kar zadostuje, da natančno locira tarčo in jo uniči. Ima izredno eksplozivno bojno glavo, ki jo sestavlja eksplozivni projektil, lahko pa deluje na več načinov; s fragmentacijo delcev, kot penetrator ali pa kot stabilna raketa (Parsch 2006).

stopnjo tveganja, tehnologije za povečanje operativnosti in zanesljivosti pa bi bile podobne tistim na zračnih plovilih. V operativni uporabi bi bile njegove zmogljivosti naslednje:

- do 600 kg tovora;
- čas za preusmeritev za drugo misijo bi znašal manj kot 72 ur;
- neprekinjeno bivanje v orbiti do enega leta;
- takojšen umik iz orbite;
- doseganje hitrosti pri manevriranju do 3 km/s.

Program za gradnjo vesoljskega manevrirnega plovila poteka v okviru raziskovalnega laboratorija letalstva ZDA v New Mexicu. Načrtovane so tri faze razvoja, ki pa so vse odvisne od finančne podpore letalstva ZDA. V okviru prve faze, 11. avgusta 1992, je 7 m dolgo in nekaj več kot tona težko vesoljsko manevrirno plovilo iz grafit-epoksidne smole in aluminija uspešno pristalo na tleh, potem ko ga je z višine 3.000 m spustil helikopter (Pike 1999).

### **9.5.3 Koncept HyperSoar**

Na začetku tega tisočletja je ameriški vesoljski inženir Preston Carter predstavil svoj koncept za novo generacijo bombnikov, imenovan HyperSoar. Gre za hipersonično plovilo, ki dosega hitrosti več kot 3 km/s (hitrost satelita v geostacionarni orbiti), poleg tega pa je izredno ekonomično pri porabi goriva in zelo uporabno pri nameščanju satelitov v orbito. Čeprav gre za vojaško plovilo, naj bi bil celo prijazen do okolja, saj za gorivo uporablja tekoči vodik, ki se ob izgorevanju izloča kot vodna para. Večja ekonomičnost sodobnih vojaških plovil predstavlja veliko prednost na tržišču, kajti tovrstna letala so izredno velik finančni zalogaj tudi za bogate države. V današnjem času imamo veliko ponudbe na tržišču konvencionalnih letal in mnogo civilnih proizvajalcev proizvaja tudi vojaška letala. Tehnologija Stealth pa je za zdaj rezervirana za vojaški del letalske industrije in bo zato verjetno še naprej ostala draga (Petit 2002).

Petindvajset metrov dolgo letalo HyperSoar bi z letališke steze vzletelo čisto običajno. S pomočjo posebno prirejenih motorjev bi se dvignilo na višino 140 km v nizko orbito, kjer bi izključilo svoje motorje in se z začetnim zaletom dvignilo še 20 km višje. S te višine bi začelo prosto padati nazaj proti zemlji nekje do višine 35 km, kjer je zrak še dovolj redek, da ni

prevelikega trenja. Na tej višini bi se motorji znova vključili in nežno potisnili letalo nazaj v orbito. Postopek se ponavlja, dokler letalo ne doseže cilja, in prav to »odbijanje« od atmosfere, kot se odbija ploščat kamen na vodni gladini, zagotavlja znatno manjšo porabo goriva. Za pot iz Chicaga do Tokia, ki znaša 10.123 km, bi HyperSoar potreboval vsega 72 minut, za pot iz New Yorka do Los Angelesa pa celo manj kot 35 minut. Na prvi poti bi napravil 18 »poskokov«, za prelet ZDA pa 5. Povprečna razdalja med enim in drugim dosegom območja breztežnosti bi bila približno 480 km. Naklonski kot pri dviganju in spuščanju bi bil vsega 5 stopinj, posadka pa bi pri spuščanju občutila pospešek samo 1,5 g, na najvišji točki pa breztežnost (FAS.org 1998).

Večina hipersoničnih letal ima celotno trajektorijo v atmosferi, zato so podvržena izredno visokim temperaturam. Hitreje ko potujejo skozi ozračje, boljše toplotne ščite morajo imeti. Edini način, da se hipersonična letala pri letenju ne pregrejejo, je, da toploto odvajajo skozi motorje v obliki izgorevanja goriva. Vendar pa se pri ohlajanju ozračja pojavlja prevelika količina toplote v rezervoarjih, kar povzroča, da letalo porabi več goriva, kolikor ga potrebuje. HypeSoar pa je dve tretjini časa letenja v orbiti, kjer se ohlaja, saj imamo nad atmosfero znatno manjše temperature. Tako privarčuje z gorivom.

Tako letalo lahko opravlja različne naloge. Kot tovorno letalo bi lahko opravilo povratne lete iz ZDA v Tokio štirikrat na dan, kar bi pomenilo 4 milijarde dolarjev prihranka na letni ravni za stroške prevoza. Kot vojaško letalo bi lahko poletelo visoko nad sovražnikovo protiletalsko obrambo in z velike višine odrglo bombe ter se brez vmesnega polnjenja rezervoarjev vrnilo v domačo bazo. Lahko bi ga uporabili celo za nameščanje satelitov v orbiti. Nadomesti lahko namreč prvo stopnjo poleta v vesolje in tja ponese dvakrat več koristnega tovora kot sodobni raketoplani. Večja različica letala HyperSoar, ki jo lahko primerjamo z Boeingovim 777, bi lahko v vesolje ponesla 13,7 tone tovora. Čeprav bi tehtal skoraj pol toliko kot sodobna nosilna raketa, bi lahko letel z 40 odstotki več teže. Vendar pa za zdaj še ni teženj po tako veliki izvedbi tovrstnega letala, ampak po manjših orbitalnih operativnih.

Glede na zgoraj povedano ni nič presenetljivega, da se je HyperSoar pojavil v vseh najbolj priznanih vojaških publikacijah, kot so *Jane's Defense Weekly*, *Aviation Week and Space Technology*, *Scholastic's Weekly Reader*, in drugih svetovnih znanih dnevnikih ter tednikih.

Vendar pa je treba poudariti, da je ta projekt še na začetni stopnji, ki ji šaljivo rečemo »letalo iz papirja«, in je najprej treba dokončno razviti vojaške zmogljivosti, kasneje pa mogoče še potniške kapacitete za civilne polete v vesolje. Stroški gradnje takega letala so za zdaj še skrivnost, znano je le, da bodo najprej izdelali daljinsko vodeni 16-metrski prototip, kar bo stalo okoli 500 milijonov dolarjev (Parker 2000).

#### **9.5.4 Program FALCON**

Donald Rumsfeld je junija 2001 ukazal Pentagonu, naj raziskujejo podorbitalna vesoljska plovila za doseg hitrega globalnega udara. To je potrdil tudi vrhovni poveljnik letalstva ZDA general Michael Ryan, ko je naznanil, da je futuristični vesoljski bombnik postal predmet opazovanja dolgoročnih načrtovalcev Ministrstva za obrambo ZDA. Vojaško vesoljsko letalo (MSP) je že najmanj od leta 2003 na samem vrhu liste želja Pentagona, saj je razvojni dokument letalstva ZDA razkril težnjo po vesoljskem letalu s kratkim reakcijskim časom, ki bi lahko odvrгло bombo nad katerokoli točko na Zemlji v roku dveh ur brez pomoči podpornih baz. To letalo naj bi popravljalo oz. nameščalo satelite v orbito in jih navsezadnje tudi napadalo. Poleg tega bi v atmosfero spuščalo izvidniška brezpilotna letala v roku nekaj ur od začetnega ukaza.

Vojaško vesoljsko letalo je program letalstva ZDA za izboljšanje odzivnih zmožnosti izstrelitev in orbitalnih operacij. Na začetku tega tisočletja je ta program sponzoriral ameriški kongres, ameriško letalstvo pa je v zadnjem času za ta program obnovilo svoje interese. Tako je leta 2006 za program za operativno odzivnost vesoljskih poletov, imenovan FALCON, namenilo pol milijarde dolarjev, ki je v celoti pod okriljem vesoljskega poveljstva letalstva ZDA (Military Spaceplane 1997).

Ameriški vesoljski gigant Northrop Grumman je leta 2004 z ameriškim letalstvom podpisal 6-mesečno pogodbo, na podlagi katere naj bi analiziral in predvidel stroške in tehnologijo, potrebno za gradnjo ter preizkus strukture krilatega vesoljskega plovila za večkratno uporabo, s čimer naj bi se ukvarjal že od začetka tisočletja. Struktura, ki jo razvijajo, vsebuje:

1. rezervoar za gorivo;

2. krila;
3. repna krmila;
4. senzorje za nadzor delovanja sistemov letala;
5. sisteme za termalno izolacijo.

Northrop Grummanov koncept temelji na dvostopenjskem raketnem pogonu, pri čemer sta si plovili za obe fazi precej podobni (obe imata namreč krila), le da je drugo manjše. Prvo bi se po končani prvi fazi vrnilo na izstrelitveno mesto s pomočjo reaktivnih motorjev, ki vsrkavajo zrak. Drugo plovilo pa naj bi doseglo nizko orbito in tam odložilo manjšo količino koristnega tovora ali pa odvrгло splošno zračno plovilo z nameščenim orožjem, ki bi lahko uničilo tarče kjerkoli na svetu v roku nekaj ur.

V času podpisa pogodbe je podjetje že uspešno razvilo in preizkusilo integrirani kriogeni rezervoar<sup>25</sup> s premerom 2 m, kakršen je tudi predviden za vojaško vesoljsko letalo. Tovrstni rezervoarji so od 10 do 25 odstotkov lažji od običajnih, kar seveda omogoča večjo količino goriva. V okviru tega testiranja so s finančno podporo Nasinega programa za razvoj nove generacije izstrelitvene tehnologije preizkusili tudi senzorje, nameščene v samem rezervoarju, za nadzor delovanja in kovinsko termalno izolacijo (Spacedaily 2004).

Medtem ko naj bi se slavni Nasin raketoplan upokojil leta 2010, se v ospredju ameriških oboroženih sil rojeva nova generacija vesoljskih letal. DARPA napoveduje obsežna testiranja tovrstnega letala za leto 2009. Na višino okoli 50 km naj bi poletela druga različica, Falcon HTV-2, ki bi dosegel hitrost tudi do 22 Machov. Za termalno izolacijo so uporabili dodatne napredne večplastne sloje izolacije (Hypersonic Cruise Vehicle 1998).

Vsi ti projekti potekajo v okviru teženj Pentagona po nenadnem globalnem udaru, ki predvideva bombni napad v roku dveh ur kjerkoli na Zemlji. Trenutni reakcijski čas bombnikov

---

<sup>25</sup> Ti rezervoarji so namenjeni skladiščenju goriv v tekočem agregatnem stanju, kajti morajo zagotavljati zelo nizko temperaturo med -253°C in -183°C, da preprečujejo vodik in kisik, ki navadno poganjata tovrstne motorje, prehajanje v plinasto stanje. Po navadi se ti rezervoarji aktivirajo šele pri letenju v orbiti, ker je tam lažje zagotoviti nizke temperature. Če v rezervoarju malo povišamo temperaturo, pride do ekspanzije plinov, s tem se znatno poveča tlak in od tod imamo raketni pogon, ki zagotavlja izredno velike hitrosti (WikiAnswers 2006).

stealth oz. bombnikov B-52 od ukaza do njegove izvršitve je od 12 do 24 ur, odvisno od lokacije vzletne baze v ZDA in mesta tarče (Lasker 2006).

Leta 1996 je vrhovno poveljstvo ameriškega letalstva predstavilo obširno študijo, ki je segala 30 let v prihodnost. Vsebovala je opredelitve konceptov, zmožnosti in tehnologije, potrebne za zagotovitev ameriške prevlade v zraku in vesolju. Skozi celotno analizo in napovedi je razvidno, da bo vesolje v prihodnosti prevzelo vodilno vlogo. Vse zmožnosti in visoko razvite tehnologije, ki naj bi vplivale na prihodnost, so bile v tej študiji posredno ali neposredno povezane z vesoljem. Med drugim so zajemale:

- globalno informiranost;
- globalni nadzor, opazovanje in sistem usmerjanja na tarče;
- globalni udar;
- vesoljski energijski laser;
- solarni visokoenergijski laser;
- brezpilotno letalo za opazovanje;
- ofenzivne mikrorobote;
- pilotirano enostopenjsko vesoljsko letalo (A Quick Look at Air Force 2025).

Študija poudarja potencialne težnje in prepoznava bodoče bojne zmogljivosti. Razpravlja tudi o tem, ali je uspešno delovanje letalskih sil in s tem uspešno delovanje vseh vojaških enot odvisno od integracije informacijskih tehnologij in vesoljskih zmogljivosti ter da se prostor za vojaške operacije letalstva premika od zračno-vesoljskega k vesoljsko-zračnemu prostoru (Carey 2000, 41).

Vizija za leto 2020, ki jo je podalo ameriško vesoljsko poveljstvo (USSPACECOM), ima dva temeljna cilja, in sicer prevlado v vesolju in integracijo vesoljske moči. Da bi se ta dva cilja lahko dosegla, so v tej viziji podani še štiri operativni koncepti, kot so nadzor vesolja, globalni spopad, integracija celotnih sil in globalno sodelovanje (Carey 2000, 43).



Letalstvo ZDA skrbno preiskuje in določa, kakšna naj bi bila nova generacija bombnikov. Medtem ko so zavrnili različico bombnika F-22 in supersonično »stealth« letalo srednjega dosega, se zavzemajo za zamenjavo bombnika B-52 s tehnologijo »stealth« in z dolgim dosegom. Zaželjeno je letalo, ki bo lahko ostalo v zraku dolgo časa in čakalo na tarče, da se pojavijo, poleg tega pa naj bi ostalo v operativni uporabi vsaj nadaljnjih 50 let.

Do leta 2018 oz. 2020 naj bi upokojili vse bombnike B-52, vendar pa bo ob tem treba zapolniti veliko vrzel na tem področju. Bombnik, ki je načrtovan za leto 2018, ni skoraj nič posebnega, čeprav naj bi imel dobro samozaščito in bil oborožen s pametnimi oz. zelo pametnimi orožji. Po drugi strani pa naj bi hipersonične zmogljivosti in najsodobnejše pogonske tehnologije imel bombnik šele po letu 2035. Do takrat naj bi ministrstvo za obrambo ZDA imelo za sabo že dve desetletji razvijanja hipersoničnih tehnologij, za katere je letalstvo ZDA v letih 2008 in 2011 namenilo 275 milijonov dolarjev.

Letalo X-51A naj bi nadomestilo zdaj že ukinjenega X-43C (Jefferson 2004). Poganjal naj bi ga z vodikovim oksidom napolnjen hipersonični reaktivni motor, ki bi dosegal hitrosti med 4,5 in 6,5 Macha. To je sicer manj od končne hitrosti letala X-43A, ki je 16. novembra 2004 dosegel rekordnih 9,6 Macha (NASA 2005), vendar pa naj bi letalo X-51A ustrežnejše za namestitve raznih raket oz. za uporabo v vojaških operacijah.

Bombnik, ki je načrtovan za leto 2035, bi sicer deloval na načelu običajnih bombnikov, tako da bi se po uničenju tarče vrnil nazaj v bazo, vendar pa naj bi imel značilnosti nosilnega plovila za večkratno uporabo. Čeprav je dvomljivo, da bi robustno vojaško letalo z učinkovito oborožitvijo doseglo orbito, bi lahko služil za prvo stopnjo pri dvostopenjskem orbitalnem plovilu. V ta namen bi letalo delovalo brez oborožitve in manevrov pri hipersoničnih hitrostih in bi tako zmanjšalo stroške doseganja orbite.

Tovrstno letalo bi bilo zelo primerno za izvajanje koncepta, imenovanega »vesoljski transport in vrinjenje majhnih enot« (SUSTAIN), ki ga načrtuje in razvija Marinski korpus ZDA. Ta koncept predvideva desantno plovilo, ki bi se z od 13 do 20 marinci povzpelo v orbito, znova vstopilo v atmosfero in pristalo na sovražnikovem območju kjerkoli na svetu v pičlih 90

minutah. Čeprav je ideja malce čudaška in dobiva zelo posmehljive odzive, pa bi se lahko razvila v pravo sposobnost ameriških marincev, ki so znani po revolucionarnih taktikah in načinih bojevanja. Najboljši približek takemu letalu je danes »SpaceShipOne«, ki ga je oktobra 2004 nosilna raketa ponesla na višino 12 km, nato pa se je z lastnimi motorji povzpela na višino 111 km in kasneje varno pristal kot običajno letalo. Čeprav imamo danes že letalo, ki bi tak maneuver z marinci lahko izvedlo, pa bo minilo še kar nekaj časa, preden bodo razvili večje letalo z daljšim doletom, poleg tega pa mora biti še oboroženo.

## 10 OBOROŽITEV SODOBNIH VOJAŠKIH VESOLJSKIH PLOVIL

### 10.1 Laserji

Visokoenergijski laserji so kemični laserji in imajo značilnosti orožja dolgega dosega. Tarčo uničijo s segrevanjem, ki ga povzročijo infrardeči žarki. V primerjavi z rentgenskimi žarki ali impulzivnimi laserji infrardeči žarki ne proizvajajo zadostnega visokofrekvenčnega žarčenja in zadostnega števila fotonov<sup>26</sup>, da bi s tem uničili tarčo, ter tudi ne dovolj močnega fizičnega sunka, kot ga proizvede kratek impulz. Vendar pa imajo močnejši kemični laserji lahko tudi destruktivne učinke na satelite v nizki orbiti, saj so zmožni pri kemijski reakciji od 20 do 30 odstotkov energije, ki se pri tem sprosti, pretvoriti v moč laserja.

Da poškodujemo človeško kožo, potrebujemo energijo en joule<sup>27</sup> na  $\text{cm}^2$ . Za trdnejše materiale, npr. da poškodujemo les, potrebujemo energijo okoli 10 joulov na  $\text{cm}^2$ , na kovini pa poškodbe nastanejo nekje nad 100 jouli na  $\text{cm}^2$ . Če bi hoteli poškodovati ogrodje rakete SCUD, bi se morala sprostiti energija 1000 joulov na  $\text{cm}^2$ . Po drugi strani pa lahko že energija 50 joulov na  $\text{cm}^2$  poškoduje ogrodje satelita ali njegove celice, če žarčenje traja nekaj sekund. Toda za hitro dokončno uničenje sestavnih delov satelita bi vseeno potrebovali energijo vsaj 1.000 joulov na  $\text{cm}^2$ . Veliko je pri tem odvisno od zgradbe satelita. Pomembno je to, da za poškodovanje

---

<sup>26</sup> Foton je v fiziki osnovni delec. To je energijski kvant kvantiziranega elektromagnetnega polja. Fotoni se pojavljajo npr. pri jedrskih razpadih gama žarkov oz. pri prehajanju elektronov med različnimi energijskimi stanji ali orbitalami.

<sup>27</sup> Joule je splošna enota za delo in energijo.

satelita potrebujemo znatno manjšo energijo, kar pomeni, da so naše tarče lahko na večjih razdaljah (O'Hanlon 2004, 71-72).

Poleg kemičnega laserja pa obstajata še dve vrsti laserjev, ki bi ju lahko uporabili v vojaške namene. To sta prostoelektronski in trdninski laser. Prvi ustvarja žarčenje s pošiljanjem zelo hitrih elektronov skozi magnetno polje (Institute for research in electronics & applied physics 2003), pri drugem pa žarčenje nastane zaradi prehajanja atomov v kristalih trdne snovi iz enega energijskega stanja v drugega in pri tem oddajajo fotone (Rozman 2001). Čeprav je pred nedavnim, natančneje 2. septembra 2008, podjetje Northrop Grumman doseglo velik uspeh na tem področju, ko so s trdninskim laserjem proizvedli žarek z močjo 30 kW, sta tako prostoelektronski laser, ki proizvede največ 10 kW, kot tudi trdninski laser trenutno še prešibka, da bi imela, uporabljena kot orožje, kakšen učinek. Največjo težavo za raziskovalce na tem področju predstavlja toplota, ki se sprošča pri samem laserskem procesu. Po drugi strani pa je laserska industrija v zadnjih letih izgubila svojo moč, saj ji je namenjeno le nekaj deset milijonov dolarjev letno za raziskave. Tako se šele v današnjem času zaključujejo projekti, ki imajo korenine v 80. letih prejšnjega stoletja, tehnologija, s katero razpolagajo, pa še kakšnih deset let nazaj (Domenici 2000).

### **10.1.1 Zračni laser**

Toda zgoraj omenjene spremembe so še posebej pomembne in ugodne za razvoj neke druge vrste laserja. To je zračni laser (ABL) za obrambo pred balističnimi raketami, razvoj katerega je v polnem zagonu. Zračni laser naj bi imel kmalu osnovne zmožnosti za tovrstno obrambo, dokončno razvit pa naj bi bil po nekaterih ocenah šele konec desetletja ali še kasneje. V prihodnosti, če bodo ZDA seveda nadaljevale razvoj v tej smeri, bi zračni laser lahko imel celo sposobnosti protisatelitskega orožja (O'Hanlon 2004, 72).

Prve ideje o zračnih laserjih segajo v zgodnja 70. Natančneje med oktobrom in decembrom leta 1972 so z 100-kilovatnim ogljikodioksidnim laserjem uspešno uničili nekaj mirujočih tarč. Zaradi uspehov na tem testiranju so 13. novembra 1973 uporabili isti laser na 3-metrskem radijsko vodenem letalu Northrop MQM-33B. Načrtovali so, da bo laser vžgal

rezervoar za gorivo, a je prežarčil okovje iz aluminija in uničil komandni sistem. Vendar so že naslednji dan test ponovili in dosegli načrtovano. Laser je potreboval 1,2 sekunde, da je dovolj segrel gorivo, in rezervoar se je vžgal, letalo pa je strmoglavilo v dimu in plamenih. To sta bila prva dva primera v zgodovini, da je laser uničil neki premikajoči predmet v zraku (A Brief History of AirBorne Laser 2003).

Razvoj zračnih laserjev pa se je začel približno deset let kasneje v okviru t. i. »zračnega laserskega laboratorija« (ALL). Letalo je prvič poletelo sicer že januarja 1975, a so testirali predvsem tehnične zmogljivosti letala, saj so prvi testi z laserjem, nameščenim na tem letalu, sledili šele osem let kasneje. V maju in juniju 1983 je zračni laserski laboratorij uspešno sestrelil štiri rakete AIM-9B Sidewinder, 26. oktobra istega leta pa še 7-metrsko brezpilotno letalo, ki je predstavljalo rusko manevrirno raketo. Ker je šlo za eksperimentalni projekt, so zračni laserski laboratorij leta 1984 umaknili iz programa.

Na zgoraj opisanem letalu je bil sprva nameščen ogljikodioksidni laser, ki ga je kmalu izpodrinil 1000-krat močnejši in gostejši kemični kisikovo-jodidni laser z daljšim dometom. Z njegovim pojavom so ZDA, namesto da bi obnovile projekt, raje zamenjale letalo in uvedle nov koncept delovanja. Tako je sledil pojav zračnih laserjev (ABL). Novo tovorno letalo Boeing 747-400 je imelo na zadnji strani v parih nameščenih več laserskih modulov. Leta 2002 so med nadgradnjo letala, ko so izboljšali optični in računalniški sistem, med drugim na nos letala namestili lasersko kupolo, ki laserski žarek z zadnjega dela letala preusmeri v tarčo.

Glavna prednost zračnega laserja pred zračnim laserskim laboratorijem je bila v optiki, kar je omogočalo zračnemu laserju delovanje na večje razdalje, prav tako pa je uspešno odpravljal vse zračne turbulence med njim in tarčo (A Brief History of AirBorne Laser 2003).

Vzporedno z zračnim laserjem se je v istem obdobju v raketnem oporišču White Sands v zvezni državi New Mexico pojavil tudi najmočnejši ameriški infrardeči kemični laser (MIRACL). Vendar pa ima zračni laser pred omenjenim laserjem dve glavne prednosti. Ker gre za laser, ki je lansiran iz zraka, to pomeni, da lahko deluje skoraj nad vsemi oblaki in nad najbolj zgoščenimi območji zemeljske atmosfere. To je velika prednost pri merjenju na zračne tarče, saj

se izognemo vsem meglicam in oblakom, ki nam zastirajo pogled s tal. Druga prednost pa je ugodna valovna dolžina zračnega laserja. Za našo atmosfero je idealna valovna dolžina med 0,5 in 1,5 mikrometra, valovna dolžina infrardečega žarka zračnega laserja pa je 1,315 mikrometra in ni toliko občutljiva na kakršnekoli vplive zemeljske atmosfere (O'Hanlon 2004, 73).

Vsak zračni laser je v bistvu namenjen za sistem laserjev. Glavni visokoenergijski žarek je namenjen uničevanju sovražnikovih raket, drugi manjši žarki pa za merjenje v tarče in izračun atmosferskih pogojev (Boeing 2006). Laser je bil sprva narejen za uničevanje raket na tekoče gorivo srednjega dosega (v ta razred spadajo npr. rakete SCUD) in to je še danes njegov glavni namen. Tako je zračni laser zamišljen kot koncept prestreznika vseh vrst raket na tekoče gorivo v fazi dviganja ne glede na njihov domet. Temu primerno je Clintonova administracija dajala velik pomen zračnim laserjem pri obrambi proti konvencionalnim raketam.

Vprašanje, ali bi bil zračni laser učinkovito orožje proti medcelinskim balističnim raketam na trdo gorivo, je za zdaj še nepojasnjeno. Koncept delovanja zračnega laserja temelji na žarčenju ogrodja pogonskega dela rakete, s čimer povzroči, da začnejo raketni rezervoarji puščati ter povzročijo eksplozijo. Pri raketah na trdo gorivo ta koncept ne bi deloval tako hitro kot pri raketah na tekoče gorivo. Po drugi strani pa bi zaradi daljšega dosega teh raket laserski žarek lahko ostal dalj časa usmerjen v raketo in s tem na koncu le povzročil luknjo v rezervoarju.

Podjetje Boeing, ki je glavni dobavitelj zračnih laserjev, je v letu 2007 izvedlo vrsto preizkusov z nizkoenergijskim zračnim laserjem, letos pa so uspešno namestili in preizkusili visokoenergijski laser podjetja Northrop Grumman na letalu Boeing 747-400F z novim kontrolnim sistemom podjetja Lockheed Martin. Za leto 2009 napovedujejo obširna testiranja, ki naj bi med drugim zagotavljala obrambo pred vsemi vrstami balističnih raket (Boeing 2006).

Kemična sestava zračnega laserja je iz vodikovega peroksida, kalijevega hidroksida, klora in vode. Čeprav naj bi bilo v prihodnosti na letalu nameščenih 14 laserskih modulov, jih je zdaj vgrajenih šest, ki skupaj proizvedejo laserski žarek velikosti košarkarske žoge z močjo od enega do dveh megavatov (od 1.000 do 2.000 kW). Njegov domet je več sto kilometrov, v boju pa naj bi deloval na višini okoli 12.000 m, čeprav ga lahko uporabljamo tudi na večjih višinah, saj

oblaki le redko sežejo do tja. Z maksimalnim dosegom več sto kilometrov bi lahko zračni laser z eno kemijsko polnitvijo svoj žarek na tarčo usmeril približno 20-krat, posamezno žarčenje pa bi trajalo nekaj sekund.

Zračni laser bo v prihodnosti verjetno imel sposobnosti protisatelitskega orožja, saj je lahko usmerjen na tarče nad njim, verjetno celo neposredno nad njim. V vodoravni smeri lahko teleskopski žaromet laser usmeri nazaj, skoraj do kril letala, na katerem je nameščen. Enako verjetno velja za usmerjanje po vertikali, vendar so to še zaupni podatki ravno zaradi namigovanj, da bi to lahko bilo protisatelitsko orožje. Logično je, da bi zračni laser lahko uničeval satelite v nizki orbiti, saj ti pogosto letijo na višinah, ki so primerljive s smrtonosnim dosegom laserja. Težavo pri tem pa predstavlja odkrivanje sovražnih satelitov, kajti laserji za odkrivanje zaznajo raketo na podlagi vročih izpušnih plinov, ki pa jih nad nami leteči sateliti ne proizvajajo. Poleg tega zračni laser ne bi mogel izslediti in uničiti satelita, če njegovi senzorji ne bi bili usmerjeni nanj s pomočjo lastnih satelitov za odkrivanje. Vendar pa imajo ZDA v satelitih že nameščene take sisteme, tako da bi bilo treba spremeniti samo programsko opremo za prenašanje tovrstnih podatkov in ne celotnega sistema laserskega modula, kar nakazuje, da se iz zračnega laserja lahko hitro razvije sistem za uničevanje satelitov (O'Hanlon 2004, 73-75).

### **10.1.2 Koncept vesoljskega laserja**

Čeprav se koncepti vesoljskih laserjev (SBL) preiskujejo že nekaj desetletij, so še zelo daleč od stopnje, kjer so zdaj zemeljski in zračni laserji. Pentagon napoveduje začetek dobe vesoljskih laserjev za leto 2020 ali še kasneje. Razvoj vesoljskega laserja je trenutno pod okriljem Agencije za raketno obrambo (MDA) in ameriškega letalstva. V ta namen naj bi uporabili več vrst kemijskih laserjev, ki iz vodika in flouora tvorijo vodikov fluorid, ki ustvarja infrardeče žarčenje z valovno dolžino 2,7 mikrometra. Ta valovna dolžina je dvakrat daljša od tiste pri zračnem laserju, a zato manj primerna za uporabo v atmosferi. Če upoštevamo, koliko žarčenja pri tej valovni dolžini absorbira vodna para, bi se vesoljski laser, usmerjen proti zemlji, prebil le nekje do višine med 9 in 12 kilometri. Toda proti tarčam v vesolju pa ta slabost ne bi bila tako pomembna. Ker so kemične polnitve takega laserja relativno lahke in stabilne, so primerne za dolgo skladiščenje v vesolju.

Za uspešno žarčenje bi rabili žaromet premera 4 metre oz. po nekaterih ocenah bi moral premer znašati celo več kot 8 metrov, poleg tega pa bi moral biti še izjemno lahek in zložljiv. Po sedanjih ocenah bi bil laserski sistem dolg približno 20 metrov, tehtal pa naj bi skoraj 20 ton. Letalstvo ZDA je že v začetku novembra 2000 podpisalo 97 milijonov dolarjev vredno pogodbo s tremi podjetji<sup>28</sup>, prvi preizkusi vesoljskega laserja v orbiti pa so napovedani za leto 2012 oz. 2013 v okviru integriranega letalskega eksperimenta (IFX)<sup>29</sup> (David 2000).

Vesoljski laser je predviden kot skupek orbitalnih laserskih orožjih in satelitov za odkrivanje, namenjen uničevanju balističnih raket v njihovi fazi vzpenjanja. Sestavljen je iz treh kompleksnih podsistemov: samega laserja, laserskega napajalnika in vesoljskega teleskopa za usmerjanje laserskega žarka. Povezati te tri sisteme v celoto ne predstavlja posebne težave, poleg tega ima vesoljski laser prednost pred zračnim, saj se mu ni treba ozirati na motnje v atmosferi. Vendar pa se težave pojavljajo že pri nameščanju laserjev, ki tehtajo več kot 50 ton, na za to predvidena letala. Še težje je potem spraviti v vesolje tovor, ki presega polovico teže nosilne rakete. Trenutno ni še razvit noben laser za dvig vesoljskega laserja, ki bi tehtal več kot 40 ton. In tudi če bi vesoljski teleskop, laser in lasersko polnitev ločeno poslali v orbito, bi združitev vseh elementov v celoto v vesolju samem predstavljala še večji izziv. Vendar pa se namestitve takega sistema v celoti po poročilih Znanstvenega odbora za obrambo (DSB) načrtuje za obdobje po letu 2020 (Office of the Under Secretary of Defence 2001, 14). Trenutno je vesoljski laser le korak naprej od osnovnih raziskav, in če bo v prihodnjih letih končno razvit prototip, bi to stalo več kot 3 milijarde dolarjev. Težava je v tem, da razvoj vesoljskega laserja zahteva najprej realistične poskuse na zemlji, za kar je seveda treba ustvariti določene pogoje, kar pomeni gradnjo velike vakuumske celice. Poleg tega je treba razviti vsaj še petkrat močnejši optični sistem od današnjega in laserski stabilizator, ki bo obdržal laserski žarek na tarči (O'Hanlon 2004, 77–79).

---

<sup>28</sup> To so najbolj znana podjetja v letalsko-vojaški industriji: *Boeing, Northrop Grumman in Lockheed Martin*.

<sup>29</sup> V okviru tega programa se izvajajo preizkusi, ki nudijo pomoč pri razvoju vesoljskega laserja. Gre za demonstracije operativnega sistema za uničenje balističnih raket v njihovih zgodnjih fazah, pri tem pa se poudarja zmanjševanje stopnje tveganja. Preizkuša se združitev in delovanje visokoenergijskega laserja, nadzora žarčenja in usmerjevalnika laserskega žarka pri vplivih gravitacije in drugih motenj (Office of the Under Secretary of Defence 2001, 14).

### **10.1.3 Sončna energija kot izvor vesoljskega laserja**

Po zadnjih raziskavah je najlažje pridobivati sončno energijo z neodimskimi in s kromovimi ploščami, ki kar 42 odstotkov sončne energije pretvorijo v laser, ki jo potem pošiljajo na zemljo do končnih uporabnikov. Japonska vesoljska raziskovalna agencija (JAXA) je v sodelovanju z univerzo v Osaki v sredini prejšnjega leta dosegla izjemen uspeh. S pomočjo pretvornih plošč jim je uspelo iz sončne svetlobe proizvesti štirikrat močnejši laserski žarek. Glavna prednost sistema pa je ta, da se od podobnih laserjev razlikuje po tem, da ni občutljiv na vremenske razmere. Tak laserski žarek naj bi nemoteno deloval tudi v oblačnem vremenu in celo ponoči. Z zgoraj omenjenimi pretvornimi ploščami, ki bi bile dolge od 100 do 200 m, bi lahko proizvedli kar 1 gigavat jedrske energije. Čeprav se na prvi pogled zdi to izredno dobra novica za ljudi na Zemlji, se lahko hitro obrne v obratno smer. Taki sistemi so lahko tudi izredno učinkovito in uničevalno orožje. Sistem naj bi na satelite namestili leta 2030 (The Daily Galaxy 2008).

### **10.2 Satelitski prestrezniki**

Čeprav sem o satelitskih prestreznikih veliko povedal v prejšnjih poglavjih, pa sem jim vseeno namenil še nekaj prostora v tem poglavju. Najprej si pogledajmo samo delovanje tega orožja. Poznamo tri mogoče načine delovanja satelitskih prestreznikov. En način je, da utirimo prestreznik v geostacionarno orbito, le da ta kroži v obratni smeri kot satelit in ga tako zadane v roku 12 ur. Drugi način prestreznika je, da se prestreznik giblje po orbiti, ki ima svoj apogej v polsinhroni orbiti. Tako prestreznik vsake 4 ure doseže to polsinhrono orbito in takrat lahko napade enega izmed satelitov za globalno pozicioniranje. Prestreznik pa lahko s severnega pola izstrelimo neposredno v satelit, ki je tako uničen v roku 2 ur (O'Hanlon 2004, 66).

Zadnje čase je na tem področju uspešna tudi Kitajska. Januarja 2007 je iz izstrelišča Ksičang v provinci Sečuan uspešno izstrelila raketo proti svojemu odsluženemu meteorološkemu satelitu in ga uničila. Na ta poskus sta se odzvali tako vesoljski velesili ZDA in Rusija kot tudi številne druge države. S tem je Kitajska postala tretja država na svetu s protisatelitskim orožjem. Poleg dejstva, da bi si Kitajska v prihodnosti lahko omislila lasten sistem satelitske navigacije (do zdaj so na to pot stopile le ZDA – GPS, nekdanja Sovjetska zveza – GLONASS in Evropska unija -



Galileo), bi s tem orožjem lahko uničevali tudi tuje satelite. Oborožene sile ZDA in njenih zaveznic so namreč močno odvisne od satelitske podpore za bojno delovanje (komunikacije, izvidovanje, opazovanje itd.). Hkrati pa bi se lahko spremenilo tudi ravnotežje sil v regiji (vprašanje Tajvana in Severne Koreje). Načrtovani ameriški balistični ščit uporablja satelite v nizki (polarni) orbiti za zgodnja opozarjanje, ki pa letijo na podobni višini kot uničeni kitajski satelit (AB 2007).

### **10.3 Visokoenergijski valovi in elektromagnetni pulzi**

Visokoenergijska orožja so pod drobnogledom znanstvenikov in predvsem vojaških strategov že kar nekaj let. Zaradi zaupnosti podatkov o razvoju tovrstnih orožij pa so zunanjemu svetu dokaj neznana. Zaradi svojih visokofrekvenčnih valov, ki se raztezajo od 4 do 20 gigahertzov, lahko ti pulzi penetrirajo v še tako močno zaščitene elektronske strukture. Delujejo na podlagi izredno kratkega in več tisoč voltov močnega impulza, zato naj bi se jih uporabljalo predvsem za uničevanje elektronskih naprav oz. integriranih in podpornih elementov kompleksnejših oborožitvenih sistemov. Krajši, kot je impulz, večjo moč ima in s tem je zelo otežena kakršnakoli mehanska obramba pred tem.

Največje vprašanje na tem področju je, kako daleč lahko s tovrstnim orožjem delujemo. Po do zdaj znanih podatkih znaša ta razdalja več sto metrov, vendar pa obstaja še vedno dvom, ali bomo dosegli tako moč elektromagnetnega pulza glede na dane okoliščine, da bomo na cilj delovali po naših pričakovanjih. Vsekakor moramo imeti pri uporabi tega orožja koristne podatke o našem okolju, npr. kakšne zgradbe oz. zidovi so v naselju.

V zadnjem času so na dan prišli tudi strogo varovani podatki, da naj bi mornarica ZDA že v zalivski vojni na izstrelkih uporabila bojne glave, ki namesto klasične eksplozije ob detonaciji oddajo električni impulz. Čeprav je šlo za testne bojne konice, naj bi z njimi uničili kar nekaj iraških elektronskih sistemov.

Podjetje BAE System je razvilo nov koncept visokoenergijskih mikrovalov, ki ne potrebujejo velikih eksplozij ali električnih generatorjev, ampak za izvor energije uporabljajo kar

svetlobo. Zaradi te napredne tehnologije strokovnjaki napovedujejo, da bi v bližnji prihodnosti tovrstna orožja lahko dosegla znatno večjo energijo od trenutne zmogljivosti, od 1 do 10 gigavatov energije. Čeprav so napovedi zelo optimistične, pa bi za uničenje balistične rakete potrebovali impulz moči 100 gigavatov, ki bi trajal nekaj nanosekund. Poleg zgoraj omenjenega podjetja pa je Northrop Grumman v sodelovanju s podjetjem Raytheon razvil prav poseben radar, ki lahko deluje kot visokoenergijsko orožje, in sicer na relaciji zrak-zrak ali zemlja-zrak. Sodobna lovska letala, kot so F-22, F-35, F A-18E in najnovejša različica F-15, imajo že vgrajene priključke za tak sistem.

Razvoj orožja z usmerjeno energijo traja že več kot 30 let, in čeprav so razvojni programi zaradi težav z usmerjanjem energije v 90. doživeli številna opuščanja, lahko v prihodnosti pričakujemo dinamičnost na tem področju. Cilji družbe BAE Systems v prihodnjih petih letih so razviti take elektromagnetne pulze, s katerim bi lahko onesposobili tank, raketo ali celo helikopter oz. letalo, pa vendar bi bile te naprave še vedno tako lahke, da bi jih zlahka namestili na katerokoli letalo. Po drugi strani pa bi taka orožja namestili na posebne ladje, saj bi površina orožja znašala kar 100 kvadratnih metrov in bi proizvedla en teravat (t. j. milijardo kilovatov), kar bi zadostovalo za ustavitev celotne sovražne ladje (Fulgrum 2007, 42-43).

#### **10.4 Kinetična orožja**

Kinetična orožja temeljijo na izjemno velikih hitrosti, zaradi katere imajo zelo veliko kinetično energijo, s katero uničijo končni cilj. Razvila so se na podlagi učinka naravnih kometov, ki povzročijo velik krater, če padejo na zemljo, ne pa tudi sevanja. Poznamo dve vrsti tovrstnih orožij. Kinetični penetrator potuje s hitrostjo okoli 6 Machov, medtem ko hidrodinamični penetrator dosega hitrosti do 25 Machov. Pri taki hitrosti imajo izstrelki zaradi preprostih zakonov fizike izredno uničevalno moč in lahko prebijejo več metrov debel železen oklep ali pa se zlahka zarijejo več deset metrov v zemljo ter dosežejo podzemne bunkerje. Ko se tak izstrelak zasadi v železni oklep ali pa potuje skozi zemljo, postane izjemno vroč, kar povzroči samovžig kakršnegakoli eksplozivnega sredstva v njegovi okolici (npr. skladišče orožja pod zemljo, izstrelki in gorivo v tanku itd.). S tovrstnimi orožji lahko dosežemo tarče, ki so morda drugim orožjem nedostopne (MILNET 2004).

Pod kinetična orožja uvrščamo sisteme, ki ne vsebujejo eksplozivne polnitve, ločimo pa kinetični izstrelak, kinetično bojno konico in kinetični penetrator. Kinetična orožja so se pojavila že v srednjem veku, ko je prišlo do iznajdbe različnih oblegovalnih naprav, sodobna kinetična orožja pa so se razvila na načelu leta naravnih meteoritov. Tovrstna orožja za uničevalno moč izrabljajo svojo kinetično energijo, ki se sprosti ob stiku s tarčo zaradi izjemno velikih končnih hitrosti. Danes se kinetična orožja večinoma uporabljajo pri protisatelitskih in protibalističnih oborožitvenih sistemih (Preston 2003, 130).

V poglavju o nebesni mehaniki sem omenil, da pri prostem padu na padajoče telo delujeta dve sili; sila teže in sila upora. Ker pa se z naraščanjem višine vsakih 7,5 km gostota zraka zmanjša za 50 odstotkov (na 25 km višine imamo zgolj 10 odstotkov gostote zraka na vodni gladini), lahko silo upora zaradi izjemno velikih začetnih hitrosti nekako kar zanemarimo. Kinetična energija je torej odvisna od mase telesa in njegove hitrosti. Izračunamo jo z izrekom o kinetični energiji:

$$W_k = \frac{m v^2}{2},$$

pri čemer končno hitrost lahko izračunamo iz višine, začetne hitrosti in gravitacijskega pospeška po formuli:

$$v = \sqrt{v_z^2 + 2gh}.$$

Kinetični izstrelki in penetratorji so lahko spuščeni tudi z letala. Povprečna bomba tehta 900 kg in zadane cilj s hitrostjo 800 km/h (220 m/s), pri čemer se sprosti 21,7 MJ kinetične energije (24,2 KJ/kg). Zdaj pa izračunajmo, kakšno kinetično energijo ima kinetični penetrator z maso 5 kg, ki ga je orbitalno plovilo spustilo z višine 250 km. Ob takih začetnih pogojih bi tak izstrelak priletel na zemljo s hitrostjo 2,2 km/s, ob čemer bi se sprostila kinetična energija 12,5 MJ/kg. Morda se to na prvi pogled ne zdi veliko, vendar upoštevajmo, da je količina kinetične energije za polovico manjša kot pri povprečni bombi, vendar pa ima povprečni kinetični izstrelak 180-krat manjšo maso.

Seveda so zgornji izračuni narejeni za primer, če ne bi bilo upora zraka. Vendar pa je ta vseskozi prisoten, zato izračunajmo še njegov vpliv na hitrost izstrelka. V poglavju o nebesni mehaniki sem že omenil kvadratni zakon upora. Ta velja pri velikih hitrosti in pri velikosti Reynoldsovega števila<sup>30</sup> več kot tisoč. Pri majhnih hitrostih velja linearni zakon upora. Formula za kvadratni zakon upora je sledeča:

$$F = \frac{1}{2}c_v\rho v^2 S$$

pri čemer je F sila upora,  $c_v$  koeficient uporab, ki je odvisen o velikosti in oblike telesa, zračni tlak medija,  $v$  hitrost telesa in S povprečni presek telesa. Pri kinetičnem izstrelku, ki leti s hitrostjo več kot 2 km/s in z radijem 60 cm, dosežemo že kar kaotične vrednosti. Teoretična sila zračnega upora bi v zadnjih 30. kilometrih pred dosegom tal znašala 3775,2 kN.

Ob eksploziji TNT-ja se sproži 4,6 megajoula kinetične energije na kilogram razstreliva, ob stiku tarče in kinetičnega izstrelka, ki je vanjo priletel s hitrostjo 10 km/s, pa 50 megajoulov na kilogram. Vendar pa 10 km/s še zdaleč ni najvišja hitrost, ki jo kinetični izstrelak lahko doseže. Te hitrosti dosegajo vrednosti do 25 km/s ob stiku s tlemi. In če predpostavimo, da bodo v prihodnosti tudi mase takih orožij večje (npr. 100 kg), znaša v tem primeru teoretično izračunana kinetična energija  $3,125 * 10^{10}$  J (31,25 gigajoula), kar je ekvivalentno eksploziji 7500 kg TNT-ja (Wikipedia 2008j).

Videli smo, kakšno uničevalno moč imajo kinetična orožja. Njihov edini sovražnik je nenatančnost, saj pri stiku s tarčo ni običajnega udarnega vala, kot smo ga vajeni pri eksploziji. Vendar pa lahko ob veliki natančnosti znatno zmanjšamo kolateralno škodo in nepotrebne civilne žrtve. Da predremo človeško kožo, potrebujemo energijo  $2 \text{ J/cm}^2$  in samo predstavljamo si

---

<sup>30</sup> Reynoldsovo število je kriterij, s katerim lahko napovemo, ali bo tok tekočine laminaren ali turbulenten. V režimu laminarnega toka velja linearni zakon upora, v režimu turbulentnega toka pa kvadratni zakon upora. Za gibanje krogle v tekočini velja, da ga lahko opišemo z linearnim zakonom upora pri  $Re < 0,5$  in s kvadratnim, če velja  $Re > 1000$ . V vmesnem območju ne velja nobeden izmed omenjenih približkov. Za tok tekočine po ceveh se ocenjuje, da je laminaren pri  $Re < 2300$  in turbulenten pri  $Re > 2300$ . Reynoldsovo število je imenovano v čast angleškemu inženirju in fiziku Osbournu Reynoldsu (1842–1912) in njegovemu delu v hidrodinamiki ter hidravliki.

lahko, kakšen vpliv ima že eksplozija medcelinske balistične rakete (s hitrostjo 4 km/s in kinetično energijo 8 MJ/kg) na človeka, kaj šele 50 kg težak kinetični izstrelek, spuščen z višine 1.000 km.

### **10.5 Vpliv sodobnih orožij na protiletalsko obrambo**

V poglavju o laserjih sem že omenil, da se ne razvijajo samo za vesoljska vojaška plovila, ampak lahko z njimi delujemo tudi proti balističnim raketam, satelitom in drugim oborožitvenim sistemom v zraku in v orbiti. Proti slednjim pa seveda lahko učinkovito uporabimo tudi različne prestreznike, ki delujejo na načelu kinetične energije. Največ možnosti za uničenje balistične rakete imamo v njeni zgodnji fazi (ang. »boost phase«), kajti zaradi izgorevanja motorjev je raketa takrat najbolj vidna termovizijskim napravam, po drugi strani pa takrat raketa porabi vso svojo energijo za vzpenjanje in nima sposobnosti za nagle manevre. Ti pogoji so kot nalašč za kinetična orožja, ki so zelo učinkovita pod 60 km višine. Če smo prej govorili o izredno velikih hitrosti, ki jih dosegajo kinetična orožja, ko letijo proti tlam, lahko to vrednost pri srečanju prestreznika in rakete v orbiti skoraj podvojimo. Predvsem nizka orbita je danes preplavljena z ostanki nosilnih raket, ki lahko močno poškodujejo telo, ki kroži okrog planeta, in iz tega se je tudi razvil koncept, ki lahko v prihodnosti nadomesti oz. postavi v ozadje laserske oborožitvene sisteme.

Atmosferski zrak in še posebno oblaki tik nad tlemi so glavni sovražnik laserskega žarka, kajti ta se hitro absorbira in do cilja sploh ne pride. Enako je, če z njimi delujemo iz orbite proti zemeljskim ciljem. Ker kinetična orožja delujejo na preprostem trku dveh teles, so za tovrstne naloge veliko primernejša. S sodobno programsko opremo lahko danes izredno natančno izračunamo trajektorijo nekega satelita ali balistične rakete in določimo mesto trka. Nato moramo samo še izstreliti prestreznik, in če ni kakšnih večjih zapletov, je uspeh zagotovljen (Preston 2003, 12). Vendar pa satelita ne moremo sestreliti kar tako, kot bi ustrelili v avto in bi krogla prišla skozi drugo stran ven. Tukaj gre za velike hitrosti, za ogromno količino energije, po drugi strani pa nikoli ne vemo, kaj se bo zgodilo z ostanki sestreljenega objekta in prestreznika. Padca razpršenih delov in delcev ne moremo natančno predvideti in hitro se lahko zgodi, da padejo na kakšno mesto in imamo celo žrtve na tleh. Čeprav vodilne države na tem področju

neprestano napenjajo možgane, da bi iznašli optimalno metodo za uničenje satelita, jim po drugi strani to kar ustreza, saj je danes vse več primerov, ko odsluženi satelit preprosto sestrelijo in ne uporabijo metode z ugašanjem motorjev, kot smo to videli npr. pri vesoljski postaji MIR<sup>31</sup>.

Natančno lokacijo nekega telesa v orbiti določamo s pomočjo t. i. *metodo intercepcije* (včasih jo imenujemo tudi *azimutna metoda*). S to metodo izračunamo, na kateri točki na tleh bi pristalo telo, če bi jo iz trenutnega položaja premaknili po podaljšanem polmeru na površje Zemlje. Najprej določimo, v katerem sekstantu<sup>32</sup> je telo. Sledi določanje oddaljenosti od nekega nebesnega telesa, za katerega že poznamo njegove trajektorije (npr. Luna, neki drug planet ali zvezda), po navadi pa je to kar sonce s fiksno pozicijo. S temi podatki umestimo opazovano telo v sferični trikotnik, katerega oglišča predstavljajo tudi odmik v stopinjah od poldnevnikar, ki določa lokalni čas. Nazadnje določimo še višino s pomočjo naslednje formule:

$$\sin(HC) = ((\sin(LAT) * \sin(DEC)) + (\cos(LAT) * \cos(DEC))) * \cos(LHA),$$

pri čemer je HC izračunana višina, parametri pa so: LAT (zemljepisna širina), DEC (odmik v stopinjah od našega stojišča) in LHA (kot med ogliščem sferičnega trikotnika in poldnevnikom, ki določa lokalni čas) (Wikipedia 2008c).

### 10.5.1 Model za izračun obrambne učinkovitosti obrambe proti balističnim raketam

Vesoljska tekma nikakor ni omejena samo na razvijanje in nameščanje oborožitvenih sistemov v orbito. Zgodovina nam nenehno dokazuje, da bo vsako, še tako dovršeno in moderno orožje nekoč zastarelo in da bo slej ko prej za njega obstajala učinkovita obramba. Temu primerno se vzporedno z razvojem vesoljskih tehnologij razvijata tudi protiletalska obramba oz. obramba proti grožnjam iz vesolja.

---

<sup>31</sup>Znan primer je uničenje ameriškega vohunskega satelita, ki so ga v orbito poslali leta 2006, vendar že po dveh mesecih zgubili nadzor in nato še stik z njim. Dve leti kasneje so se odločili, da ga sestrelijo s satelitskim prestreznikom. Satelit je tehtal 2.500 kg, prestreznik pa 10 kg. Skupna hitrost ob trku je bila 25 km/s, pri čemer se je sprostito toliko energije, da bi lahko uparili vse sestavne dele. Vendar pa je še vedno ostajal dvom in strah, da se prestreznik in satelit ne bi razstrelila na dovolj majhne delce, ki bi zgoreli pri potovanju skozi atmosfero. Kot pogonsko gorivo je satelit uporabljal dušikov vodik, ki je izredno toksičen in nestabilen. Če bi rezervoar ostal v enem kosu, preživel pot skozi atmosfero in padel na kopno, bi s to nevarno snovjo lahko prekril dve nogometni igrišči. Lahko si samo predstavljamo posledice, če bi padel na kakšno urbano naselje (Conspiracy Cafe 2008).

<sup>32</sup>Sekstant v matematiki pomeni šestino kroga, v astronomiji pa dejansko pomeni šestino nebesnega tira, po katerem telo kroži.

Prvo vprašanje na tem področju je kvantiteta. Glede na izredno hiter tehnološki napredek v razvoju balističnega orožja je skoraj nemogoče predvideti natančno število in vrste obrambnih sistemov. Organizacija za obrambo proti balističnim raketam ZDA je izdelala model, ki naj bi zadoščal za prihodnjih 10 let. V celovito obrambo je vključenih od 20 do 100 prestreznikov, nameščenih na kopnem, 1.200 višinskih raket kratkega dosega in 650 prestreznikov, nameščenih na bojnih ladjah. Vendar pa se tukaj pojavi drugo vprašanje, ki vključuje tehnološko dovršenost in učinkovitost teh sistemov, se pravi kakovost, ter seveda razporejenost teh sistemov, da bi dosegli največjo optimalnost obrambe.

Eden izmed najpomembnejših parametrov pri načrtovanju obrambnih sposobnosti in konceptov je seveda verjetnost zadetka. Tukaj se pojavlja več različnih teorij, izbor ene izmed njih pa je seveda odvisen od tega, kaj želimo doseči. Pri zgornjem primeru so za spodnjo mejo postavili zahtevek, da je treba uničiti vse rakete z verjetnostjo vsaj 80 odstotkov, na kar je vplivala tudi razprava o širitvi orožij za množično uničevanje. Obrambni sistem bi moral uspešno uničiti od 4 do 20 balističnih raket dolgega dosega, po podatkih ameriške vlade pa bi v prihodnosti moral zadostiti tudi naslednjim kriterijem. S 95-odstotno statistično stopnjo zaupanja bi moral uničiti najmanj 95 odstotkov vseh bližajočih se raket, ob predpostavki, da vse napadajo en sam cilj. S to verjetnostjo in ob teh pogojih bi sistem ob 95-odstotni verjetnosti skozi svojo obrambo spustil le eno raketo, kar dejansko pomeni, da je končna izračunana verjetnost uničenja vseh raket le 67 odstotkov. Višinske rakete kratkega dosega naj bi branile le večja mesta, njihova verjetnost zadetka pa je le 50 odstotkov. To dejansko pomeni, da je možnost uničenja vsake posamezne rakete kar 1 proti 1 (to velja tudi ob predpostavki, da vse rakete napadajo le eno mesto). Ta podatek buri duhove predvsem v civilni sferi oboroženih sil, saj bi teroristična organizacija, če bi imela primerno orožje, najprej napadla mesta, medtem ko je za države to malo verjetno, saj bi verjetno najprej poskušale onеспособiti vojaške zmogljivosti.

Moramo se zavedati, da so izračuni verjetnosti zelo zapleteni, kar otežuje še dejstvo, da ni vsaka balistična raketa tudi prava, kajti vsako salvo raket bi seveda spremljalo tudi primerno število lažnih raket, katerih namen je zgolj zмести obrambne detektorje. Splošna formula za izračun verjetnosti ( $q$ ), da se bo raketa izmuznila obrambi, je ( $P_{wd}$  je verjetnost, da je raketa

lažna,  $P_{ww}$  je verjetnost, da je raketa prava, in  $K_w^*$  je pogojna verjetnost uničenja rakete ob pogoju, da je raketa prava):

$$q = P_{wd} + P_{ww}(1 - K_w^*)$$

S pomočjo zgornjih parametrov lahko izračunamo tudi verjetnost, da bo obrambni sistem raketo odkril in uničil. Formula za izračun te verjetnosti ( $K_w$ ) je:

$$K_w = P_{ww}K_w^*$$

Vse pa ni odvisno samo od obrambnih sposobnosti in verjetnosti uničenja. Pomemben dejavnik pri načrtovanju obrambnih sil je tudi verjetnost zadetka oz. stopnja uspešnosti napadalca. Prav ta parameter je tisti, ki ga moramo najbolj preučiti, a je spet odvisen od poznavanja sovražnikovih sil in ta je tisti, ki narekuje razvoj zračne obrambe. Verjetnost, da bo balistična raketa zadela cilj, izračunamo po naslednji formuli:

$$P = P_{det\&track} * P_{classify} * P_{rel},$$

pri čemer je  $P_{det\&track}$  verjetnost, da je raketa tarčo izsledila in locirala,  $P_{classify}$  verjetnost, da raketa ni lažna, in  $P_{rel}$  vnaprej izračunana zanesljivost obrambe v odstotkih (Wilkening 1999, 185-192).

Zgoraj prikazane formule in izračuni naj bi veljali za zanesljive do leta 2015. Ministrstvo za obrambo ZDA že zdaj razmišlja o povečanju števila prestreznikov, predvsem tistih, ki so nameščeni na bojnih ladjah, kajti v prihodnosti načrtujejo povečanje napetosti v tajvanski ožini ter med Severno in Južno Korejo. Poleg tega pa ne pozabljajo na prestreznike, ki delujejo iz kopenskih baz, kajti po letu 2005 lahko tudi v dnevnem časopisju beremo o hitro razvijajočih se vesoljskih sposobnostih na Japonskem, Kitajskem, v Indiji in v Iranu. Toda, kako dolgo bomo še lahko s pomočjo fizike, matematike in kemije izračunavali verjetnosti in načrtovali naše obrambne ter napadalne zmožnosti, kajti zgornji model vključuje le obrambo pred balističnimi raketami? Prihajajoča orožja prihodnosti pa vključujejo tudi laserje in elektromagnetne pulze, pri katerih pa vsaj v določeni meri fizika odpove, ker ne gre za fizični objekt, ki leti po zraku, ampak



se bomo morali pri vsem tem preseliti kdaj v mikroskopski svet, kjer vladajo elektroni. Tam so zakoni fizike čisto drugačni in težko računamo verjetnost zadetka v svetu, kjer je že teoretično mogoče prav vse, kaj šele praktično.

Razvoj vesoljskih oboroženih sil bo imel pri razpletu svetovnih kriz in odpiranju novih kriznih žarišč pomembno vlogo. Toda celo najbogatejšim državam predstavljata vzdrževanje in razvijanje vesoljskih oborožitvenih sistemov precejšen finančni zalogaj. To pa ne pomeni samo pomembnosti načrtovanja razdelitve finančnih virov, ampak tudi vprašanje smiselnosti posedovanja takih sistemov. Pri puškah se po navadi ne vprašamo, ali jih vojaki potrebujejo ali ne, pri raketoplanih, prestreznikih, satelitih in laserjih pa je stvar popolnoma drugačna. Že bombnik B-2 stane okoli 2 milijardi dolarjev, četrto toliko pa porabijo oborožene sile, da izurijo posadko. Tako se generali na vodilnih položajih kdaj pa kdaj upravičeno vprašajo, ali ima cilj dovolj veliko vrednost in pomembnost, da so v operacijo vključena tudi tako draga letala. Vlada ZDA je samo za načrte in razvoj balistične obrambe in obnovitev koncepta Reaganovega zračnega ščita porabila 1,33 milijarde dolarjev, od tega nekaj manj kot 300 milijonov za razvoj zračnega laserja in več kot 100 milijonov za testiranja kinetičnih orožij (Hitchens 2007). Prav na začetku letošnjega leta je raziskovalni center, ki razvija najnovejše hipersonično letalo X-51A, samo za letošnje leto dobil dodatnih 5,8 milijona dolarjev, omeniti moramo pa še, da je bilo leta 2004 samo za razvoj motorja namenjenih več kot 140 milijonov dolarjev (French 2009). Žal končne cene vesoljskih oborožitvenih sistemov še niso na voljo širši javnosti, lahko pa predvidevamo, da bi z denarjem za eno vojaško vesoljsko plovilo kupili več letalonosilk ali celo 2, morda celo 3 jedrske podmornice. Vsekakor bomo zelo verjetno kljub gospodarski krizi govorili o milijardah.

### **10.5.2 Geostrateški pomen in globalna perspektiva protiletalske in protibalistične obrambe v prihodnosti**

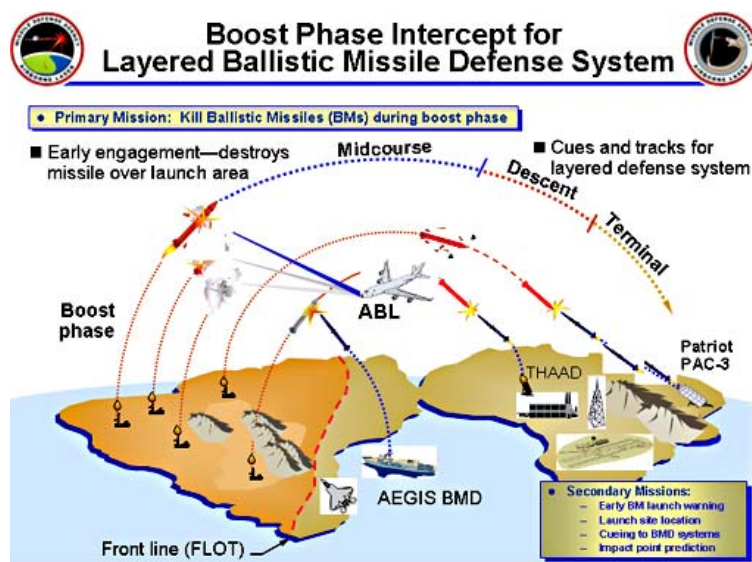
Pred nedavnim so mediji z budnim očesom spremljali odzive najvišjih predstavnikov posameznih držav in tudi širše javnosti, ko so zahodne sile oznanile namestitev jedrskega ščita na Poljskem in Češkem. Čeprav je dokaj logično, da gre za primerno lokacijo postavitve protibalistične obrambe, to še zdaleč ni edino območje, ki dobiva velik geostrateški obrambni

pomen. In tudi poznavalci ruskih oboroženih sil in vojaški strategji si še vedno belijo glave, zakaj prav robni del vzhodne Evrope. Vendar pa obstaja dokaj dobra razlaga, zakaj je tako. Ves svet se sprašuje, ali gre morebiti za začetek nove hladne vojne, in večina je prepričana, da je namestitev protijedrskega orožja na Poljskem in Češkem obrambna poteza Zahoda, usmerjena predvsem proti Rusiji. Nihče ne more zagotovo vedeti, ali je Iran sposoben zgraditi medcelinsko balistično raketo in jo izstreliti proti ZDA. Lahko pa z veliko gotovostjo predvidevamo, da bi te rakete letele prav nad Evropo in tukaj se pojavi pravi razlog za namestitev protibalističnih prestreznikov v zgoraj omenjenih državah. A to je le hipotetično, kajti govori se celo, da raketni silosi na Poljskem niso napolnjeni s prestrezniki, ampak z raketami srednjega dosega z izredno kratkim odzivnim časom, usmerjenimi proti evropskemu delu Rusije.

Sporazum o prepovedi raket srednjega in kratkega dosega z dometom med 500 in 5.400 km iz leta 1987 je Rusiji in ZDA prepovedal uporabo tovrstnih raket. To ZDA ne zadeva, za Rusijo pa predstavlja kar veliko omejitev. Ne smemo pozabiti, da medtem ko ZDA na zahodu nimajo sovražnika, Rusijo ogrožajo Izrael, Iran, Saudska Arabija, Pakistan, Kitajska in Severna Koreja. Poleg tega mlade baltske države na zahodni ruski meji predstavljajo t. i. »sivo cono«, ki lahko hitro postane zatočišče močne oborožitve. Po zadnjih raziskavah naj bi imela zveza NATO premoč proti Rusiji v razmerju kar 3:1. Tako je ruski general Nikolai Solovtsov kot vodja poveljstva ruskih raketnih sil že konec leta 2007 pozval rusko politično vodstvo, naj izstopi iz omenjenega sporazuma in nemudoma začne proizvodnjo in nameščanje raket srednjega in kratkega dosega (Khramchikhlin 2007).

Čeprav imajo vodilne države danes izredno tehnološko dovršeno balistično obrambo, to v bližnji prihodnosti zagotovo ne bo zadostovalo. Poleg tega se je treba vprašati, kje bi morali biti nastanjeni satelitski prestrezniki in katere segmente bi morale vsebovati obrambne linije, da bi bila obramba učinkovita.

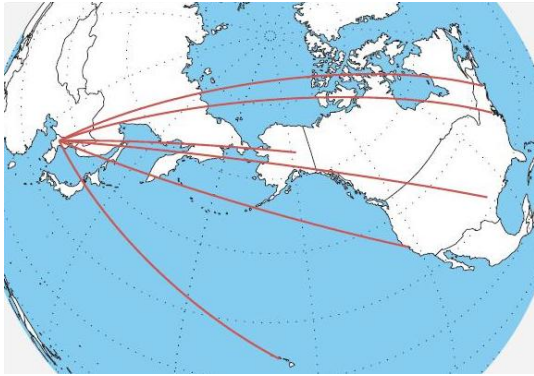
Slika 10.1: Model celovite obrambe ZDA pred ruskimi balističnimi raketami.



Vir: Defence Industry Daily (2005).

V današnjem času in verjetno tudi v prihodnosti so največjega poudarka deležni prestrezniki balističnih raket, ki uničujejo rakete v njihovi fazi vzpenjanja. Takrat je namreč raketa najbolj ranljiva. Rusija bi lahko sprožila salvo balističnih raket proti ZDA v dveh mogočih smereh. Ena pot vodi neposredno nad Evropo, druga pa prek Antarktike. V prvem primeru bi za prvo obrambno linijo lahko uporabili prav Češko in Poljsko, z zraka pa bi podporo nudil zračni laser. V drugem primeru pa bi morali biti prestrezniki izstreljeni iz bojnih ladij na maritimnem območju. Rakete, ki bi se prebile skozi to prvo obrambno linijo, bi prestregle rakete zemlja-zrak, lansirane z vzhodne ali zahodne obale ZDA. Spodnji dve sliki prikazujeta mogoče trajektorije balističnih raket, ki bi jih izstrelila Severna Koreja ali Iran.

Slika 10.2: Shema napada na ZDA iz Severne Koreje.



Slika 10.3: Primer napada na ZDA iz Irana



Vir: Barton (2004, 46).

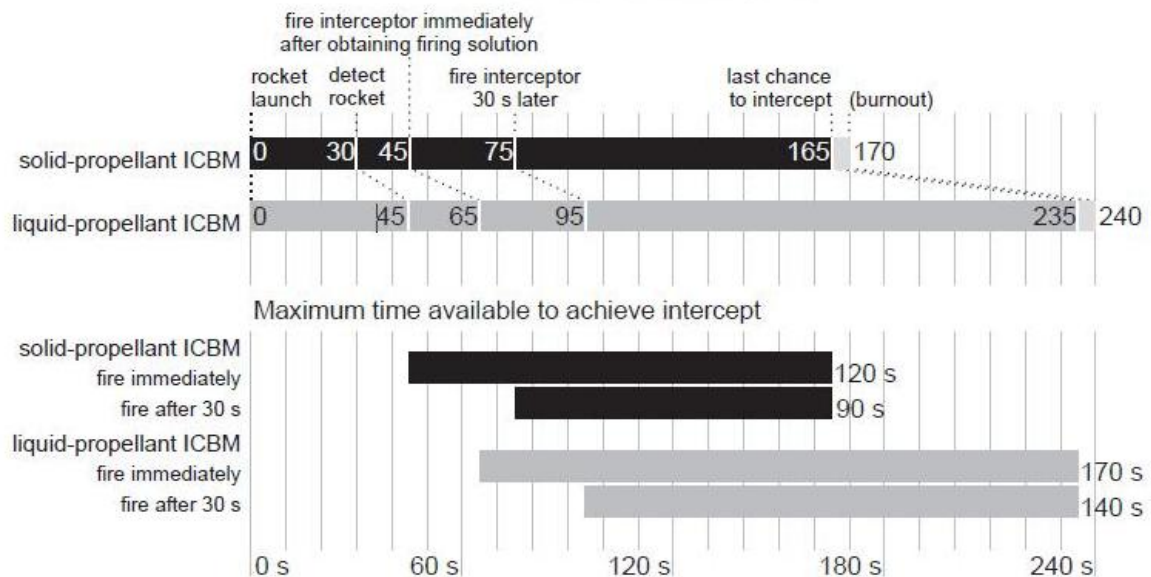
Vir: Barton (2004, 46).

Če bi Severna Koreja napadla prek Aljaske, bi morale biti ameriške vojne ladje z balističnimi prestrezniki nastanjene v Beringovem morju med Aljasko in severozahodno obalo Rusije, ob napadu iz Irana pa na Arktiki. Še posebno Arktika bo imela v prihodnosti izjemno geostrateško vlogo pri postavljanju učinkovite obrambe proti balističnim raketam.

Pri uporabi balističnih prestreznikov imamo dve možnosti. Verjetnejša in za današnjo tehnologijo primernejša so prestrezniki, nameščeni na tleh oz. lansirani z bojne ladje. Druga možnost pa je uporaba prestreznikov, ki so nameščeni v vesolju. Čeprav bi bilo primerneje, da bi podrobneje pisal o slednjih, se bom osredotočil na prvo možnost, kajti operativni stadij prestreznikov, ki delujejo iz vesolja, napovedujejo šele čez 15 do 20 let. Ko sem že omenil, je najpomembnejša prva obrambna linija - torej tista, ki poskuša uničiti rakete v zgodnji fazi leta. Pri sodobnih medcelinskih balističnih raketah ta faza traja okoli 3 minute pri raketah na tekoče gorivo in 4 minute pri raketah na trdo gorivo. Ta teoretična faza izgorevanja je lahko v praksi še krajša.

Naš največji sovražnik pri obrambi proti balističnim raketam je čas. Prvo težavo predstavlja odkrivanje rakete, za kar sodobni sistemi porabijo od 45 do 65 sekund, v posebnih okoliščinah celo več. Po detekciji rakete moramo imeti še nekaj časa, da poteče komunikacija med upravljavci obrambnih sistemov in nadrejenimi, ter nato še lansirati prestreznike. Da še lahko z visoko verjetnostjo zagotovimo uspeh prestrežanja, moramo zadeti raketo vsaj 40 sekund, preden doseže hitrost, s katero lahko doseže tarčo na drugi celini, se pravi preden popolnoma izgori in preide v fazo lebdenja. Ob tako kratkem času, ki ga imamo na razpolago, je pomembno, da so prestrezne rakete zmožne dosegati izjemno velike hitrosti. Minimalna zahtevana hitrost je 5 km/s, v prihodnosti pa naj bi narasla na 10 km/s<sup>33</sup>. Glede na čas, ki ga imamo na razpolago, je navsezadnje pomembna še razdalja med lansirnim mestom balistične rakete in prestreznika. Optimalna razdalja znaša med 400 in 1.000 km, kar lahko predstavlja težavo, saj sta Rusija in ZDA izredno veliki državi. Če ena ali druga lansirata rakete iz centralnega ozemlja, bi bili prestrezniki na najbližji meji lahko že neučinkoviti (Barton 2004, 58-63).

Slika 10.4: Prikaz časovnice za prestrežanje balističnih raket



Vir: Barton (2004, 61).

<sup>33</sup> Na podlagi raziskav in testiranj bi šele hitrost 10 km/s dejansko uničila bojno glavo rakete. Nižje hitrosti bi raketo le poškodovale v tolikšni meri, da ne bi bila zmožna nadaljevati svoje poti. Ob morebitnem jedrskem napadu to predstavlja veliko nevarnost za civilno prebivalstvo.

Povejmo še nekaj besed o prihajajočih prestreznikih, ki bodo nameščeni v vesolju. Tukaj pa glavno težava predstavlja višina. Prestreznik bi moral biti umeščen dovolj visoko, da bi imela gravitacija nanj dovolj majhen vpliv, pa vendar dovolj nizko, da bi uspel zadeti tarčo ob pravem času. Balistične rakete načeloma ne dosegajo višin nad 200 km, kar je veliko prenizka meja za ohranjanje prestreznika daljše časovno obdobje brez potrošnih lastnih pogonskih sistemov. Zanimiv je podatek, da bi bilo potrebnih kar 1.600 prestreznikov, skladiščenih na 300 km višine, da bi z veliko verjetnostjo uničili eno samo balistično raketo, poslano s Severne Koreje, 5 s pred končanim izgorevanjem s prestrežno hitrostjo 4 km/s. Masa takega prestreznika bi znašala 136 kg, masa ob zadetku pa bi zaradi hitrosti narasla na 820 kg. Če to zmnožimo s 1.600 prestrezniki, znaša celotna masa obrambne linije skoraj 2.000 ton. ZDA bi morale za doseg take kapacitete povečati svoje vesoljske zmogljivosti za kar 10-krat (Barton 2004, 146).

Če povzamemo celotno zgodbo in jo umestimo v sedanjost, lahko vidimo, da Češka in Poljska le nimata tako velikega geostrateškega pomena, kot so napihnilo novinarji. V ozadju so že omenjeni Arktika, Severno ledeno morje, morska območja severno od Skandinavije in Beringovo morje. Morda je pri vsem tem v najslabšem položaju Rusija. ZDA bodo, kot vse kaže, v prihodnosti le imele učinkovito obrambo, kar za ruske protiraketne sile ne moremo trditi. Čeprav sem podrobno omenjal iranske in severnokorejske napade na ZDA, lahko ti dve državi hitro sprožita napad na Rusijo. Svoje mesto med obema blokoma pa vztrajno išče še Kitajska, ki uspešno testira svoje protisatelitsko orožje. Ali se lahko zgodi veliki paradoks in se Rusija in ZDA združijo v boju proti vzpenjajočim se južnoazijskim državam? Prepustimo to prihodnosti.

## **11 ZAKLJUČEK**

Z razvijem novih tehnologij lahko ZDA v prihodnosti izgubijo vodilno vlogo v vesolju. Izpostavljeni so trije različni scenariji. Prvi je razvoj visokoenergijskih laserjev, ki so zmožni uničiti večino nezaščitenih objektov v nizki orbiti, tudi če so lansirani z zemeljskega površja. Drugi predpostavlja razvoj le nekaj kilogramov težkih mikrosatelitov, ki bi s sodobno tehnologijo lahko operirali v vesolju povsem samostojno in bi lahko imeli zmožnost uničenja večjih satelitov na skoraj katerikoli višini. S sodobnimi senzorji je za raketo, ki nosi tak

mikrosatelit, nemogoče, da bi neopazno poletela v vesolje, vendar pa se za pomembnim majhnim delcem njenega tovora hitro izgubi sled in prav to je lahko v prihodnosti usodno za satelite. Po zadnjem scenariju lahko razvoj kinetičnih orožij za obrambo pred raketami dolgega dosega privede do zmožnosti teh orožij za uničenje satelitov v nizki orbiti, kajti če je neko orožje sposobno prestreči bojno glavo balistične rakete, je sposobno prestreči tudi satelit na enakih višinah. Poleg tega je tak satelit lažje zadeti in uničiti, ker se gibljejo z večjimi hitrostmi in imajo bolj predvidljivo trajektorijo kot balistične rakete (O'Hanlon 2004, 65).

Seveda se moramo po vsem povedanem vprašati, kaj nam bo ob vsem tem prineslo leto 2010 ali 2015. Malo je verjetno, da bi težnje v razvoju vesoljskih orožij radikalno spremenile obstoječo vojaško ravnovesje v prihodnjih nekaj desetletjih. Veličina in sposobnosti vojske ZDA so zadostne, da prevladujejo v vojni, tudi če bi Kitajska zapolnila tehnološko vrzel in začela vojno v tajvanski ožini. Vendar pa imamo lahko vseeno skrb vzbujajočo predstavo o posledicah postopnega preobrata v globalnem vojaškem ravnovesju. Prevladujoče težnje v razvoju vojaškega opazovanja, informacijskih procesov in preciznih orožij lahko v prihodnosti ogrozijo ameriške letalonosilke ter vojaške baze. Toda kako hitro lahko to pričakujemo od Kitajske, za zdaj še ne moremo vedeti. Dejstvo pa je, da če Kitajska s svojimi sateliti odkrije ameriško bojno ladjo, jo lahko z enim samim letalom, ladjo ali podpornico nemudoma eliminira (O'Hanlon 2004, 97-98).

V odzivu na kritike iz tujine je Kitajska izjavila, da njena cilja nikakor nista »militarizacija« vesolja in vesoljska oboroževalna tekma. Tudi v prihodnosti si bodo prizadevali za miroljubno izrabo vesolja. O svojem poskusu naj bi obvestili tako ZDA kot Japonsko. Japonska vlada trdi, da ni zadovoljna s pojasnili iz Pekinga, ZDA pa so potrdile, da je bil s poskusom seznanjen namestnik zunanje ministrice Christopher Hill, ko je bil na obisku v Pekingu.

Vesoljski analitiki poudarjajo neizogibnost vesoljskim orožjem v prihodnosti. Nekateri predvidevajo širjenje protisatelitskega orožja in vesoljskih min, drugi pa poudarjajo potrebo po kombinaciji satelitov, ki so popolnoma imuni na sredstva motenja oddajanja signalov in hitroodzivnih vesoljskih bombnikov. V nadaljevanju se vse pogosteje odpirajo razprave o

orbitalnih laserjih in orožjih z usmerjeno energijo, ki bi uničevali satelite, balistične rakete in celo cilje na Zemlji. Tukaj pa se omenjajo še kinetična orožja, ki spuščena z velike višine s svojo maso in z veliko hitrostjo povzročijo uničujoč učinek.

Medtem ko bojne ladje ali letala potrebujejo več dni, da dosežejo sovražnikovo območje, je to z vesoljskimi oborožitvenimi sistemi mogoče doseči v nekaj urah. In navsezadnje, orožje na velikih višinah je precej manj ranljivo in težje ga je napasti. Po drugi strani pa imajo ta orožja tudi svoje slabosti. Položaj oborožitvenega sistema v vesolju je mogoče zelo natančno predvideti. Če ga v skladu s tem uničimo, povzročimo mnogo odpadlih delov, ki bi lahko škodovali drugim satelitom. Poleg tega pa bi morali imeti veliko število takih orožij, da bi zagotovili prisotnost vsaj enega satelita na pravem mestu ob pravem času s pravim orožjem za zahtevano operacijo (David 2002).

Neverjetna hitrost, doseg in smrtonosnost zračnih ter vesoljskih sil omogočajo delovanje kjerkoli na svetu z izjemno strateško pomembnostjo. Zračne, predvsem pa vesoljske sile, bodo v prihodnosti v vse večjem obsegu delovale znotraj poveljstva združenih sil kot podpora za doseg strateških, operativnih in taktičnih ciljev, vse pogosteje pa bodo delovale kot posamezna strateška sila z velike oddaljenosti od cilja. Zaradi kratkega reakcijskega časa in globalnega dosega zračnih ter vesoljskih sil, omejitve na samem bojišču in dobro organizirana obramba ne bodo predstavljale prevelike nevarnosti, zato bodo zračne in vesoljske sile igrale vodilno vlogo pri vojaških operacijah v prihodnosti.

## 12 LITERATURA

1. *A Brief History of Airborne Laser*. 2003. Dostopno prek: <http://www.kirtland.af.mil/shared/media/document/AFD-070404-025.pdf> (29. november 2008).
2. *A National Security Strategy for a New Century*. 1998. Dostopno prek: <http://www.fas.org/man/docs/nssr-98.pdf> (11. januar 2009).



3. *A Quick look at Air Force 2025*. Dostopno prek: <http://csat.au.af.mil/2025/qwiklook.pdf> (16. marec 2008).
4. AB. 2007. Kitajska ima tudi protisatelitsko orožje!? *Revija Obramba*. Dostopno prek: <http://www.obramba.com/rezultati.asp?besede=oboro%C5%BEevalna+tekma&gumbIskanje2.x=0&gumbIskanje2.y=0> (15. januar 2009).
5. *ABL YAL IA Airborne Laser*. 2005. Dostopno prek: <http://www.airforce-technology.com/projects/abl/> (13. november 2008).
6. About.com: Inventors. 2006. *German V-2 Rocket*. Dostopno prek: <http://inventors.about.com/library/inventors/blrocketv2.htm> (20. maj 2008).
7. Advanced Research Project Agency. 2007. *Long-Range Tracking and Identification Radar (ALTAIR)*. Dostopno prek: <http://www.fas.org/spp/military/program/nssrm/initiatives/altair.htm> (5. junij 2008).
8. *Agreement Between the Government of The United States of America and the Government of The Union of Soviet Socialist Republics on the Prevention of Incidents On and Over the High Seas*. 1972. Dostopno prek: <http://www.state.gov/t/ac/trt/4791.htm> (15. februar 2008).
9. *Air-Launched Miniature Vehicle (ALMV)*. 1999. Dostopno prek: <http://www.fas.org/spp/military/program/asat/almv.htm> (16. september 2008).
10. *Army Space Reference Text*. 2001. Dostopno prek: [http://www.fas.org/spp/military/docops/army/ref\\_text/chap3im.htm](http://www.fas.org/spp/military/docops/army/ref_text/chap3im.htm) (12. september 2008).
11. ATK. 2006. *Kinetic Energy Interceptor*. Dostopno prek: [http://www.atk.com/Custom\\_Solutions\\_MissionSystems/cs\\_ms\\_w\\_mdi\\_kei.asp](http://www.atk.com/Custom_Solutions_MissionSystems/cs_ms_w_mdi_kei.asp) (29. januar 2009).
12. Aviation-Central.com. 1998. *German V-1 Rocket*. Dostopno prek: <http://www.aviation-central.com/space/usm10.htm> (20. maj 2008).
13. Barton, K. David. 2004. *Report of the American Physical Society Study Group on Boost-Phase Intercept Systems for National Missile Defense: Scientific and Technical Issues*. Dostopno prek: [http://www.aps.org/about/pressreleases/upload/BPI\\_Report.pdf](http://www.aps.org/about/pressreleases/upload/BPI_Report.pdf) (20. februar 2009).

14. Bergin, Chris. 2006. *X-33 VentureStar – What really happened*. Dostopno prek: <http://www.nasaspaceflight.com/content/?cid=4180> (16. maj 2008).
15. Bertel, Rosalie. 1996. *Background on the HAARP Project*. Dostopno prek: <http://www.ratical.org/co-globalize/HAARPbg.html#PS> (26. avgust 2008).
16. *Boeing and Airborne Laser Teammates Achieve Final 2007 Milestone*. 2007. Dostopno prek: [http://www.boeing.com/ids/network\\_space/news/2008/q1/080103c\\_nr.html](http://www.boeing.com/ids/network_space/news/2008/q1/080103c_nr.html) (16. november 2008).
17. Boeing. 2006. *Integrated Defence Systems*. Dostopno prek: <http://www.boeing.com/defense-space/military/abl/index.html> (15. november 2008).
18. Caldicott, Helen in Craig Eisendrath. 2007. *War in heaven: The Arms Race in Outer Space*. New York, London: The New Press
19. *Cancellation of Clementine 2 Asteroid Intercept Mission*. 1997. Dostopno prek: [http://impact.arc.nasa.gov/news\\_detail.cfm?ID=74](http://impact.arc.nasa.gov/news_detail.cfm?ID=74) (15. januar 2009).
20. Carey, Steven D. 2000. *An Executive Guide to Space: A Starting Point for Understanding Space in New Millennium*. Washington: RAND.
21. *Charter of the United Nations*. 1945. Dostopno prek: <http://www.un.org/aboutun/charter/preamble.shtml> (3. maj 2008).
22. *Common Aero Vehicle (CAV) for Military Spaceplane (MSP)*. 1999. Dostopno prek: <http://www.fas.org/spp/military/program/nssrm/initiatives/cavmsp.htm> (6. marec 2008).
23. *Conference on Disarmament Starts Third and Final Part of 2003 Session*. 2003. Dostopno prek: <http://www2.unog.ch/news2/documents/newsen/dc0332e.htm> (15. februar 2008).
24. *Conspiracy Cafe*. 2008. Large Spy Satellite Could Hit North America, Anyone Else Seen This? Dostopno prek: <http://www.conspiracycafe.net/forum/index.php?showtopic=16224> (1. februar 2009).
25. *Control of Space*. 1998. Dostopno prek: <http://www.fas.org/spp/military/docops/usspac/lrp/ch05a.htm> (25. september 2008).
26. Dannenberg, Konrad K. 1996. *From Peenemünde to the Moon*. Dostopno prek: <http://www.meaus.com/totheMoon.html> (2. junij 2008).

27. David, Leonard 2000a. *Space Weapon for Earth Wars*. Dostopno prek: [http://www.space.com/businesstechnology/technology/space\\_war\\_020515-1.html](http://www.space.com/businesstechnology/technology/space_war_020515-1.html) (6. januar 2009).
28. --- 2000b. *Space Laser Project Heats Up*. Dostopno prek: [http://www.space.com/businesstechnology/technology/space\\_laser\\_001127.html](http://www.space.com/businesstechnology/technology/space_laser_001127.html) (14. november 2008).
29. Defence Industry Daily. 2005. *Japan's ABM System Cost Triples*. Dostopno prek: <http://www.defenseindustrydaily.com/japans-abm-system-cost-triples-01272/> (20. februar 2009).
30. *Desert-Storm.com*. 1996. Dostopno prek: <http://www.desert-storm.com/War/> (19. oktober 2008).
31. DIGG. 1992. *Incredible World Record Skydive from 102,800 Feet*. Dostopno prek: [http://digg.com/extreme\\_sports/Incredible\\_World\\_Record\\_Skydive\\_from\\_102\\_800\\_Feet\\_PIC](http://digg.com/extreme_sports/Incredible_World_Record_Skydive_from_102_800_Feet_PIC) (28. januar 2009).
32. Dinerman, Taylor. 2006. *Hypersonics, bombers and space acces*. Dostopno prek: <http://www.thespacereview.com/article/725/1> (17. november 2008).
33. Domenici, Pete V. 2000. *Congress completes defense authorization bill with support for airborne laser, directed energy in n.m.* Dostopno prek: <http://www.fas.org/sgp/news/2000/10/domenici.html> (29. november 2008).
34. *Earth Observation Satellite*. 1997. Dostopno prek: [http://www.gds.aster.ersdac.or.jp/gds\\_www2002/seminer\\_e/e.o.s\\_e/e.o.s\\_e.html](http://www.gds.aster.ersdac.or.jp/gds_www2002/seminer_e/e.o.s_e/e.o.s_e.html) (18. oktober 2008).
35. Egger, Anne E. 2003. *Earth's Atmosphere: Composition and Structure*. Dostopno prek: [http://visionlearning.com/library/module\\_viewer.php?c3=&mid=107&l=](http://visionlearning.com/library/module_viewer.php?c3=&mid=107&l=) (15. Oktober 2008).
36. FAS.org. 1998. *Hypersonic Global Range Recce/Strike Aircraft*. Dostopno prek: <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/hypersoar.htm> (29. januar 2009).
37. *Free-Electron Laser*. 2001 Dostopno prek: <http://www.jlab.org/fel/> (18. November 2008).

38. French, Howard. 2009. *More Dollars for Research*. Dostopno prek: <http://www.journalinquirer.com/articles/2009/01/20/business/doc49761c9d6e083767273992.txt> (2. februar 2009).
39. Freundenrich, Craig in John Fuller. 1996. *How Nuclear Bomb Work*. Dostopno prek: <http://www.howstuffworks.com/nuclear-bomb.htm> (3. junij 2008).
40. Fulgrum, David A. 2007. HPM Gets Cheap. *Aviation Week and Space Technology*. (22. Januar): 42-43.
41. *Geoimage*. 1999. Dostopno prek: [http://www.geoimage.com.au/geoweb/spot/spot\\_overview.htm](http://www.geoimage.com.au/geoweb/spot/spot_overview.htm) (18. september 2008).
42. Godsberg, Alicia. 1998. *Anti-Ballistic Missile Treaty*. Dostopno prek: <http://www.fas.org/nuke/control/abmt/> (17. september 2008).
43. Grahn, Sven. 2007. *Simulated war in space – Soviet ASAT Test*. Dostopno prek: <http://www.svengrahn.pp.se/histind/ASAT/ASAT.htm> (4. junij 2008).
44. *High Power microwave (HPM) / E-bomb*. 2006. Dostopno prek: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/hpm.htm> (15. januar 2008).
45. Hitchens, Teresa. 2007. *Weapons in Space: Silver Bullet or Russian Roulette? The Policy Implications of U.S. Pursuit of Space-Based Weapons*. Dostopno prek: <http://www.cdi.org/missile-defense/spaceweapons.cfm> (1. januar 2009).
46. *Horizontal-takeoff transatmospheric launch system*. 1996. Dostopno prek: <http://www.freepatentsonline.com/4802639.html> (2. marec 2008).
47. *Hypersonic Cruise Vehicle*. 1998. Dostopno prek: <http://www.globalsecurity.org/space/systems/hcv.htm> (13. april 2008).
48. Institute for research in electronics & applied physics. 2003. *Free Electron Laser Group*. Dostopno prek: <http://www.ireap.umd.edu/FEL/> (17. September 2008).
49. Kendall, Randy. 2007. *EELV: The Next Stage of Space Launch*. Dostopno prek: <http://www.aero.org/publications/crosslink/winter2004/07.html> (16. maj 2008).
50. Khranchikhlin, Alexander. 2007. *Outside View: Russia's missile options*. Dostopno prek: [http://www.spacewar.com/reports/Why\\_Russia\\_Fears\\_Ballistic\\_Missile\\_Defense\\_999.html](http://www.spacewar.com/reports/Why_Russia_Fears_Ballistic_Missile_Defense_999.html) (20. februar 2009).

51. Lasker, John. 2006. *Bombers ... In Spaaaaace!* Dostopno prek: <http://www.wired.com/science/discoveries/news/2006/09/71708> (16. marec 2008).
52. Lethbridge, Cliff. 1997. *VANGUARD Fact Sheet*. Dostopno prek: <http://www.spaceline.org/rocketsum/vanguard.html> (15. november 2008).
53. Lucas, Paul. 2004. *Shadows of the Soviet space age*. Dostopno prek: <http://www.strangehorizons.com/2004/20040503/shadows.shtml> (14. december 2008).
54. *Military Spaceplane*. 1997. Dostopno prek: <http://www.schafercorp.com/Company/sde/msp.htm> (13. april 2008).
55. MILNET. 2004. *Kinetic weapons*. Dostopno prek: <http://www.milnet.com/kinetic.htm> (13. januar 2009).
56. MINET. 2002. *Sonce: Kako deluje in kako vpliva na sončev sistem?* Dostopno prek: [www.minet.si/gradivo/abcde/abcde.php?file=50746Output.doc&table=sola\\_clanki&dir=c\\_lanki/50746Output.doc](http://www.minet.si/gradivo/abcde/abcde.php?file=50746Output.doc&table=sola_clanki&dir=c_lanki/50746Output.doc) (17. oktober 2008).
57. *Mission and Spacecraft Library*. 1998. Dostopno prek: <http://msl.jpl.nasa.gov/programs/corona.html> (15. november).
58. Morris, Jefferson. 2004. *X-43C, RS-83 Engine Among Casualties of*. Dostopno prek: [http://www.aviationweek.com/aw/generic/story\\_generic.jsp?channel=aerospacedaily&id=news/eng03194.xml](http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_generic.jsp?channel=aerospacedaily&id=news/eng03194.xml) (16. marec 2008).
59. *MSFC History Office*. 2001. Dostopno prek: <http://history.msfc.nasa.gov/vonbraun/bio.html> (3. junij 2008).
60. Myers, Grover E. 1986. *Aerospace Power: The Case for Indivisible Application*. Washington DC: US Government Printing Office.
61. NASA. 2005. *It's Official. X-43A Raises the Bar to Mach 9.6*. Dostopno prek: <http://www.nasa.gov/missions/research/x43-main.html> (17. november 2008).
62. *National Aeronautics and Space Act of 1958 (Unamended)*. 1958. Dostopno prek: <http://history.nasa.gov/spaceact.html> (15. november 2008).
63. National Air and Space Museum. 1994. *The Apollo Program*. Dostopno prek: <http://www.nasm.si.edu/collections/imagery/Apollo/AS11/a11.htm> (24. november 2008).
64. *North American XB-70 Valkyrie*. 1997. Dostopno prek: [http://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft\\_id=122](http://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft_id=122) (16. marec 2008).

65. Oberg, James. 2006. *Did Pentagon create orbital space plane?* Dostopno prek: <http://www.msnbc.msn.com/id/11691989/> (17. marec 2008).
66. Office of the Under Secretary of Defence. 2001. *High Energy Laser Weapon Systems Application.* Dostopno prek: <http://www.acq.osd.mil/dsb/reports/rephel.pdf> (5. december 2008).
67. O'Hanlon, Michael E. 2004. *Neither Star Wars nor sanctuary: constraining the military uses of space.* Washington DC: The Brookings Institution.
68. Parker, Ann. 2000. *Bringing Hypersonic Flight Down to Earth.* Dostopno prek: <https://www.llnl.gov/str/Carter.html> (29. januar 2009)
69. Parsch, Andreas. 2006. *Lockheed Martin LOCAAS.* Dostopno prek: <http://www.designation-systems.net/dusrm/app4/locaas.html> (14. november 2008).
70. Petersen, Steven R. 1991. *Space Control and the Role of Antisatellite Weapons.* Maxwell AFB: Air University Press.
71. Petit, dr. Jean-Pierre. 2002. *The Disclosure Project: The secret of supersonic flight.* Dostopno prek: [http://www.bibliotecapleyades.net/disclosure/esp\\_disclosure\\_project\\_5b.htm](http://www.bibliotecapleyades.net/disclosure/esp_disclosure_project_5b.htm) (29. januar 2009).
72. *Physics and Astronomy online.* 1999. Dostopno prek: <http://www.physlink.com/Education/AskExperts/ae158.cfm> (17. oktober 2008).
73. Pike, John, Charles Vick, Mirko Jacobowski and Patrick Garrett. 1998a. *R-36-O/ SL-X-?FOBS.* Dostopno prek: <http://www.fas.org/nuke/guide/russia/icbm/r-36o.htm> (28. januar 2009).
74. --- 1998b. *Mid-Infrared Advanced Chemical Laser.* Dostopno prek: <http://www.fas.org/spp/military/program/asat/miracl.htm> (12. januar 2008).
75. --- 1999. *Military Space Plane X-40 Space Maneuver Vehicle Integrated Tech Testbed.* Dostopno prek: <http://www.fas.org/spp/military/program/launch/msp.htm> (2. marec 2008).
76. Preston, Robert, Dana J. Johnson, Sean J. A. Edwards, Michael D. Miller in Calvin Shipbaugh. 2003. *Space Weapons Earth Wars (Appendix B).* Dostopno prek:

- [http://www.rand.org/pubs/monograph\\_reports/MR1209/MR1209.appb.pdf](http://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1209/MR1209.appb.pdf) (29. januar 2009).
77. Robert H. Goddard: *American Rocket Pioneer*. 1996. Dostopno prek: [http://www.gsfc.nasa.gov/gsfcservice/gallery/fact\\_sheets/general/goddard/goddard.htm](http://www.gsfc.nasa.gov/gsfcservice/gallery/fact_sheets/general/goddard/goddard.htm) (20. maj 2008).
78. ROCKETS. 2002. *Launchers: Tsyklon Family*. Dostopno prek: <http://www.russianspaceweb.com/tsyklon.html> (4. junij 2008).
79. Rozman, Mater. 2001. *Laser in uporaba*. Dostopno prek: <http://zvonko.fgg.uni-lj.si/seminarji/laser-uporaba/LASER3.htm> (18. november 2008).
80. Smartcom Software. 2006. *WinAstro*. Dostopno prek: <http://www.smartcomsoftware.com/winastro.html> (1. februar 2009).
81. Space and Tech. 1998. *Expendable Launch Vehicles*. Dostopno prek: <http://www.spaceandtech.com/spacedata/elvs/elvs.shtml> (16. september 2008).
82. Space Daily. 2004. *Northrop Grumman Outlines Test Program for Military Space*. Dostopno prek: <http://www.spacedaily.com/news/milspace-04r.html> (13. april 2008).
83. *Strategic-Air-Command.com*. 2006. Dostopno prek: [http://www.strategic-air-command.com/missiles/Thor/Thor\\_Missile\\_Home\\_Page.htm](http://www.strategic-air-command.com/missiles/Thor/Thor_Missile_Home_Page.htm) (4. junij 2008).
84. *The Airborne Laser*. 2001. Dostopno prek: <http://www.mda.mil/mdalink/pdf/laser.pdf> (16. november 2008).
85. *The Atmosphere*. 1999. Dostopno prek: <http://teachertech.rice.edu/Participants/louviere/struct.html> (15. oktober 2008).
86. The Daily Galaxy. 2008. *Will Space-Based Solar-Powered Lasers Solve Our Energy Future?*. Dostopno prek: [http://www.dailygalaxy.com/my\\_weblog/2008/07/our-energy-futu.html](http://www.dailygalaxy.com/my_weblog/2008/07/our-energy-futu.html) (14. januar 2009).
87. Tiscali. 2002. *Transfer Orbit*. Dostopno prek: <http://www.tiscali.co.uk/reference/encyclopaedia/hutchinson/m0010414.html> (18. oktober 2008).
88. *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, Including the Moon and Other Celestial Bodies*. 1967. Dostopno prek: <http://www.state.gov/t/ac/trt/5181.htm#treaty> (3. maj 2008).

89. US Air Force. 1997a. *Air Force Doctrine Document 1*. Maxwell AFB: Headquarters Air Force Doctrine Center.
90. --- 1997b. *Air Force Doctrine Document 2-3*. Dostopno prek: <http://www.fas.org/irp/doddir/usaf/afdd2-3.pdf> (17. september 2008).
91. *US Centennial of Flight Commison*. 1995a. Molniya Orbit. Dostopno prek: <http://www.centennialofflight.gov/essay/Dictionary/MOLNIYA/DI166.htm> (16. oktober 2008).
92. --- 1995b. Sun-Synchronous Orbit. Dostopno prek: [http://www.centennialofflight.gov/essay/Dictionary/SUN\\_SYNCH\\_ORBIT/DI155.htm](http://www.centennialofflight.gov/essay/Dictionary/SUN_SYNCH_ORBIT/DI155.htm) (16. oktober 2008)
93. *USSPACECOM Vision for 2020*. 1997. Dostopno prek: <http://www.fas.org/spp/military/docops/usspac/lrp/ch02.htm> (16. marec 2008).
94. *Vacuum Tubes*. 1999. Dostopno prek: <http://mysite.du.edu/~etuttle/electron/elect27.htm#Theory> (3. junij 2008).
95. *VentureStar: Na pragu nove dobe potovanja v vesolje*. 2003. Dostopno prek: <http://www.didyouknow.org/slovenija/whatsnew/ventureslo.htm> (16. maj 2008).
96. Wapedia. 2008. *Radijski Valovi*. Dostopno prek: [http://wapedia.mobi/sl/Radijski\\_valovi](http://wapedia.mobi/sl/Radijski_valovi) (29. oktober 2008).
97. Weapons of Mass Destruction (WMD). 1997. *R-36-O/ SL-X-?FOBS*. Dostopno prek: <http://www.globalsecurity.org/wmd/world/russia/r-36o.htm> (28. januar 2009).
98. WikiAnswers. 2006. *What is Cryogenic Engine?* Dostopno prek: [http://wiki.answers.com/Q/What\\_is\\_a\\_cryogenic\\_engine](http://wiki.answers.com/Q/What_is_a_cryogenic_engine) (14. november 2008).
99. Wikipedia. Prosta Enciklopedia. 2008a. *Jurij Aleksejevič Gagarin*. Dostopno prek: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Gagarin> (24. november 2008).
100. --- 2008b. *Tranzistor*. Dostopno prek: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Tranzistor> (3. junij 2008).
101. --- 2008c. *Intercept Method*. Dostopno prek: [http://en.wikipedia.org/wiki/Intercept\\_method](http://en.wikipedia.org/wiki/Intercept_method) (1. februar 2009).



102. --- 2008d. *National Advisory Committee for Aeronautics*. Dostopno prek: [http://en.wikipedia.org/wiki/National\\_Advisory\\_Committee\\_for\\_Aeronautics](http://en.wikipedia.org/wiki/National_Advisory_Committee_for_Aeronautics) (2. junij 2008).
103. --- 2008e. *Nesreča Raketoplana Challenger*. Dostopno prek: [http://sl.wikipedia.org/wiki/Nesre%C4%8Da\\_raketoplana\\_Challenger](http://sl.wikipedia.org/wiki/Nesre%C4%8Da_raketoplana_Challenger) (17. September 2008).
104. --- 2008f. *Earth*. Dostopno prek: <http://en.wikipedia.org/wiki/Earth> (15. oktober 2008).
105. --- 2008g. *Jules Verne*. Dostopno prek: [http://sl.wikipedia.org/wiki/Jules\\_Verne](http://sl.wikipedia.org/wiki/Jules_Verne) (18. maj 2008).
106. --- 2008h. *Moon*. Dostopno prek: <http://en.wikipedia.org/wiki/Moon> (15. oktober 2008).
107. --- 2008i. *Orson Welles*. Dostopno prek: [http://sl.wikipedia.org/wiki/Orson\\_Welles](http://sl.wikipedia.org/wiki/Orson_Welles) (18. maj 2008).
108. --- 2008j. *Projectile*. Dostopno prek: <http://en.wikipedia.org/wiki/Projectile> (29. januar 2009).
109. --- 2008k. *Ubežna hitrost*. Dostopno prek: [http://sl.wikipedia.org/wiki/Ube%C5%BEna\\_hitrost](http://sl.wikipedia.org/wiki/Ube%C5%BEna_hitrost) (17. Oktober 2008).
110. --- 2008l. *Van Allen radiation belt*. Dostopno prek: [http://en.wikipedia.org/wiki/Van\\_Allen\\_radiation\\_belt](http://en.wikipedia.org/wiki/Van_Allen_radiation_belt) (18. oktober 2008).
111. Wilkening, Dean A. 1999. *A Simple Model for Calculating Ballistic Missile Defense Effectiveness*. Dostopno prek: [http://www.princeton.edu/~globsec/publications/pdf/8\\_2Wilkening.pdf](http://www.princeton.edu/~globsec/publications/pdf/8_2Wilkening.pdf) (1. februar 2009).
112. Windrem, Robert. 2001. *Pentagon Planning for Space Bomber*. Dostopno prek: <http://www.globalsecurity.org/org/news/2001/010814-space.htm> (6. marec 2008).
113. *X-33 VentureStar*. 1999. Dostopno prek: <http://www.fas.org/spp/guide/usa/launch/x-33.htm> (17. marec 2008).