

P R E N T I S

**C I V I L N A Z A Š T I T A
U
M O D E R N O M R A T U**

БИБЛИОГРАФИЈА
ДОМА ЈНА — БЕОГРАД

СНЕГА-
ТУРД

III-2-196 пр.6

Инв.
Бр.

13130



VOJNA BIBLIOTEKA

INOSTRANI PISCI

KNJIGA DVADESETČETVRTA

UREĐIVAČKI ODBOR

Radomir BABIĆ, Rade BULAT, Savo DRLJEVIĆ,
Milinko ĐUROVIĆ, Vekoslav KOLB, Anton KOLUNDŽIĆ,
Božo LAZAREVIĆ, Petar TOMAC, Josip VRTAČNIK,
Milisav PERIŠIĆ (odgovorni urednik)



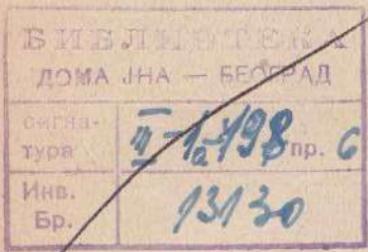
VOJNOIZDAVAČKI ZAVOD JNA

»VOJNO DELO«

BEOGRAD

1958

P R E N T I S



CIVILNA ZAŠTITA U MODERNOM RATU



САНДРАНА БИБЛИОТЕКА НЈ
БЕОГРАД

дат. 11-10-1981
нр. бп. 15596

Naslov dela u originalu:

CIVIL DEFENSE IN MODERN WAR

A TEXT ON THE PROTECTION OF THE CIVIL
POPULATION AGAINST A. B. C. WARFARE
(ATOMIC - BACTERIAL - CHEMICAL)

AUGUSTIN M. PRENTISS, Ph. D
Brigadier General, United States Army (Retired)

With a chapter on AIR POWER TODAY by AUGUSTIN
M. PRENTISS, Jr. colonel, United States Air Force

Sa engleskog preveo
D. B. LEKIĆ

S A D R Ţ A J

	Strana
NAPOMENE REDAKCIJE UZ NAŠE IZDANJE	1
NAPOMENA PISCA	3
PREDGOVOR PISCA	4
UVOD	9

Prvi dio

MODERNO VAZDUŠNO RATOVANJE

1. — DANAŠNJE VAZDUHOPLOVSTVO	23
— Istoriski razvitak vazduhoplovstva	23
— Elementi vazduhoplovstva	26
— Mogućnosti i ograničenja vazduhoplovstva	30
— Porast vazduhoplovstva u Drugom svjetskom ratu	32
— Budućnost vazduhoplovstva	35
2. — METODI MODERNOG VAZDUŠNOG NAPADA	38
— Zadaci i dejstva	38
— Vojna sredstva vazdušnog napada	39
— Balistika bombi	45
— Eksplozija bombi	47
— Prskanje	49
3. — EKSPLOZIVNA SREDSTVA	51
— Fenomen eksplozije	51
— Tipovi eksplozivnih bombi	53
— Razorna snaga eksplozivnih bombi	55
4. — HEMISKA SREDSTVA	68
— Priroda bojnih otrova	69
— Terminologija hemiskog ratovanja	71
— Uticaj vremena	73
— Vrste bojnih otrova	74
— Hemiska oružja koja se upotrebljavaju u vazdušnom napadu	80
— Dejstva vazdušnog napada bojnim otrovima	86

	Strana
5. — ZAPALJIVA SREDSTVA	96
— Mechanizam dejstva	96
— Vrste zapaljivih sredstava	97
— Zapaljiva sredstva koja se upotrebljavaju u vazdušnom napadu	103
— Dejstvo zapaljivih bombi	109
— Odnos zapaljivih i eksplozivnih sredstava	112
6. — BAKTERIOLOŠKA SREDSTVA	114
— Istoriski razvitak	114
— Terminologija bakteriološkog ratovanja	118
— Osobine bakterioloških sredstava	120
— Vrste bakterioloških sredstava	126
— Opšte opasne bakterije	127
— Manje opšte opasne bakterije	134
— Opasne bakterije sumnjeve ratne vrijednosti	139
— Bakterije opasne za životinje	140
— Bakterije opasne za biljke	141
— Bakterije nepogodne za ratovanje	141
— Uporedenje bakterioloških sa hemiskim sredstvima	143
— Bakteriološka oružja koja se upotrebljavaju u vazdušnom napadu	144
— Sadašnje stanje bakteriološkog ratovanja	145
— Uloga bakterioloških sredstava u budućem ratovanju	146
7. — ATOMSKA SREDSTVA	150
— Priroda atomske eksplozije	150
— Struktura atoma	161
— Prirodna radijacija	164
— Radioaktivno raspadanje	165
— Nuklearna fisija	166
— Proizvodnja fisionog materijala	172
— Konstrukcija atomskih bombi	173
— Eksplozija atomskih bombi	174
— Udarna dejstva atomskih bombi	176
— Toplotna dejstva atomskih bombi	184
— Dejstva nuklearnog zračenja	190
— Opšta dejstva atomskih bombi	195
— Moralno dejstvo atomske bombe	197
— Hidrogenска bomba (H-bomba)	199
8. — IZBOR VOJNIH SREDSTAVA	204
— Faktori koji utiču na izbor	204

Drugi dio

CIVILNA VAZDUŠNA ZAŠTITA

9. — ZAŠTITA OD VAZDUŠNOG RATA	215
— Opšta načela vazdušne odbrane	216

— Aktivna vazdušna odbrana	— — — — —	219
— Pasivna vazdušna zaštita	— — — — —	225
10. — NAČIN I SREDSTVA CIVILNE ZAŠTITE	— — — — —	231
— Preventivne mjere	— — — — —	231
— Zaštitne mjere	— — — — —	244
— Kontrolne mjere	— — — — —	248
— Mjere obnavljanja	— — — — —	251
— Područja sa važnim objektima	— — — — —	252
— Načelo uzajamne pomoći	— — — — —	253
11. — ZAŠTITA OD EKSPLOZIVNIH BOMBI	— — — — —	255
— Vjerovatan oblik napada eksplozivnim bombama	— — — — —	255
— Osnovni aspekti zaštite	— — — — —	256
— Razmatranja koja se odnose na izgradnju skloništa	— — — — —	259
— Standard zaštite	— — — — —	263
— I Zaštita ljudstva	— — — — —	264
— II Zaštita životno važnih postrojenja	— — — — —	265
— Klasifikacija skloništa	— — — — —	267
— Vrste skloništa	— — — — —	268
— Izbor skloništa	— — — — —	283
— Pripremanje skloništa	— — — — —	283
— Zaštita važnih preduzeća	— — — — —	284
12. — ZAŠTITA OD ZAPALJIVIH BOMBI	— — — — —	287
— Priroda požara izazvanog zapaljivim bombama	— — — — —	287
— Načela zaštite	— — — — —	289
— Načini zaštite	— — — — —	290
— Opšte mjere bezbjednosti	— — — — —	290
— Načini ovlađivanja zapaljivim bombama	— — — — —	292
— Individualno gašenje požara	— — — — —	298
— Zajedničke vatrogasne grupe	— — — — —	300
13. — ZAŠTITA OD HEMISKIH SREDSTAVA	— — — — —	303
— Načela zaštite	— — — — —	303
— Pojedinačna zaštita	— — — — —	305
— Opšte mjere protiv bojnih otrova	— — — — —	307
— Zaštita očiju i pluća	— — — — —	309
— Zaštita tijela	— — — — —	312
— Načini lične degazacije	— — — — —	316
— Kolektivna zaštita	— — — — —	318
— Skloništa osigurana od BOt-a	— — — — —	320
— Uklanjanje BOt-a iz zatvorenog prostora	— — — — —	324
— Protivhemiske mjere u pogledu hrane i vode	— — — — —	330
14. — ZAŠTITA OD BAKTERIOLOŠKIH SREDSTAVA	— — — — —	333
— Načela zaštite	— — — — —	333
— Načini i sredstva zaštite	— — — — —	335

— Individualna zaštita	— — — — —	335
— Kolektivna zaštita	— — — — —	338
— Imunizacija	— — — — —	341
15. — ZAŠTITA OD ATOMSKIH SREDSTAVA	— — — — —	343
— Načela zaštite	— — — — —	343
— Problem zaštite	— — — — —	345
— Zaštita od eksplozivnog dejstva	— — — — —	347
— Individualna zaštita	— — — — —	347
— Kolektivna zaštita	— — — — —	349
— Tipovi skloništa	— — — — —	351
— Građenje novih zgrada	— — — — —	355
— Modifikacija postojećih zgrada	— — — — —	357
— Podzemna eksplozija	— — — — —	359
— Podvodna eksplozija	— — — — —	360
— Zaštita od topotognog dejstva	— — — — —	361
— Individualna zaštita	— — — — —	361
— Kolektivna zaštita	— — — — —	363
— Druge mjere zaštite	— — — — —	364
— Zaštita od radioaktivnog dejstva	— — — — —	365
— Individualna zaštita	— — — — —	367
— Kolektivna zaštita (skloništa)	— — — — —	368
— Zaštita od naknadnog zračenja	— — — — —	369
— Dekontaminacija	— — — — —	372
— Zaštita hrane i vode	— — — — —	376

Treći dio

ORGANIZACIJA CIVILNE ZAŠTITE

16. — OSNOVNA RAZMATRANJA	— — — — —	381
— Osnovne koncepcije civilne zaštite	— — — — —	382
— Odgovornosti za civilnu zaštitu	— — — — —	387
— Nacionalna organizacija civilne zaštite	— — — — —	390
— Organizacija civilne zaštite Savezne vlade	— — — — —	390
— Organizacija civilne zaštite državnih vlada	— — — — —	391
— Državni kontrolni centri	— — — — —	393
— Organizacija civilne zaštite mjesne uprave	— — — — —	394
— Mjesni (opštinski) kontrolni centra	— — — — —	394

17. — OPŠTINSKA ORGANIZACIJA CIVILNE ZAŠTITE	— — — — —	398
— Centralni štab	— — — — —	400
— Organizacija rejonskog štaba	— — — — —	404
— Glavni centar izvještavanja	— — — — —	405
— Rejonski centar izvještavanja	— — — — —	409
— Mjesni centar izvještavanja	— — — — —	410
— Veze	— — — — —	412
— Organizacija OCZ u malim gradovima	— — — — —	414
— Organizacija OCZ u seoskim područjima	— — — — —	414

	Strana
18. — POVJERENIČKA SLUŽBA	416
— Funkcije povjereničke službe	417
— Dužnosti povjerenika	419
— Organizacija povjerenika	421
— Povjerenički kvartovi i mjesta	423
— Obuka povjerenika	430
— Oprema povjereničkih mjesta	432
— Povjerenici u seoskim područjima	433
19. — SANITETSKA SLUŽBA	434
— Principi organizacije	435
— Organizacija sanitetske službe	437
— Služba prve pomoći	438
— Stanice prve pomoći	439
— Ambulantna služba	445
— Bolnička služba	446
— Druge potrebne službe	449
— Obučavanje	454
20. — SLUŽBA ZA ZAŠTITU OD SPECIJALNIH ORUŽJA	455
— Organizacija	455
— Odjeljenje za određivanje vrste BOT-a	456
— Službenici za određivanje bojnih otrova	457
— Odjeljenje za dekontaminaciju	460
— Ekipa za dekontaminaciju	464
— Depoi za dekontaminaciju vozila	469
— Dekontaminacija odjeće	470
21. — DRUGE SLUŽBE CIVILNE ZAŠTITE	472
— Vatrogasna služba	472
— Policiska služba	476
— Dobrotvorna služba u slučaju vanrednog stanja	479
— Djelovanje dobrotvorne službe u slučaju vanrednog stanja	480
— Tehnička služba	486
— Služba spasavanja	491
— Služba veze	495
— Transportna služba	500
22. — ZAŠTITA FABRIKA	505
— Odgovornost za zaštitu fabrika	505
— Izrada plana civilne zaštite	510
— Konspekt fabričkog plana civilne zaštite	510
— Sistem upozoravanja i veza	516
— Zaštita radnika	519
— Zaštita zgrada i mašina	522
— Nove fabrike i trgovacka preduzeća	529

	strana
23. — ZAŠTITA DOMA	
— Problem zaštite doma	532
— Sklonište	533
— Sobe za sklanjanje	534
— Mjere protiv požara	535
— Važnost zaklona	539
	542
24. — ZAKLJUČAK	
— Kratak pregled	545
	545

PREGLED SLIKA

Slika 1.	Povećanje u brzini, doletu i nosivosti vojnih aviona Sjedinjenih Država	— — — — —	34
Slika 2.	Povećanje tačnosti bombardovanja u Drugom svjetskom ratu	— — — — —	34
Slika 3.	Povećanje broja letova u Drugom svjetskom ratu	— — — — —	34
Slika 4.	Ogromna nosivost, vrhunac leta i dolet našeg B-36, najvećeg svjetskog bombardera, pokazani su jasno na slikama	— — — — —	34
Slika 5.	Razorna bomba (2.000 funti)	— — — — —	37
Slika 6.	Bomba za opštu namenu (500 funti)	— — — — —	54
Slika 7.	Rasprskavajuća bomba (25 funti)	— — — — —	55
Slika 8.	Lijevkasto dejstvo udarnog talasa i parčadi	— — — — —	55
Slika 9.	Tipičan lijevak od bombe u prirodoj zemlji	— — — — —	60
Slika 10.	Dubinski faktor za veličinu lijevka	— — — — —	61
Slika 11.	Lijevci razornih bombi	— — — — —	63
Slika 12.	Radius i dubina razaranja	— — — — —	63
Slika 13.	Aviohemiska bomba (100 funti)	— — — — —	65
Slika 14.	Aviohemiski pribor za prskanje	— — — — —	80
Slika 15.	Raspršivanje hemikalija iz aviona	— — — — —	84
Slika 16.	Područja opasnosti od bombi	— — — — —	85
Slika 17.	Magnezijumska bomba (4 funte)	— — — — —	88
Slika 18.	Snopasta zapaljiva bomba	— — — — —	104
Slika 19.	Čvrsta uljana bomba (6 funti)	— — — — —	106
Slika 20.	Čvrsta uljana bomba (100 funti) (intenzivni tip)	— — — — —	107
Slika 21.	Dio Hamburga, koji pokazuje razmjeru štete od požara (svjetla područja)	— — — — —	108
Slika 22.	Šematski dijagram atoma urana	— — — — —	111
Slika 23.	Lančana reakcija urana	— — — — —	163
Slika 24.	Dejstvo veličine na bježanje neutrona	— — — — —	169
Slika 25.	Eksplozija atomske bombe	— — — — —	170
Slika 26.	Udarni talas (krivulja vremenskog pritiska)	— — — — —	175
Slika 27.	Opadanje natpritiska sa otstojanjem od eksplozije bombe	— — — — —	176
			178

Slika 28.	Šteta od atomske bombe u Nagasakiju koja pokazuje isto područje prije i poslije eksplozije bombe	179
Slika 29.	Šteta od udara eksplozije atomske bombe u vazduhu na jednom zamišljenom gradu	180
Slika 30.	Šteta od udara podvodne eksplozije atomske bombe na zamišljenom gradu	183
Slika 31.	Rezultat zaklonjenosti brdom od udarnog dejstva u Nagasakiju	185
Slika 32.	Temperatura i poluprečnik vatrene lopte kao funkcija vremena poslije eksplozije	186
Slika 33.	Opekotine od topotnog udara (zaštitno dejstvo odeće)	188
Slika 34.	Šteta izazvana požarom od eksplozije atomske bombe u vazduhu nad zamišljenim gradom	189
Slika 35.	Debljina betonskog zaklona od gama-zrakova	192
Slika 36.	Početna radijaciona dejstva podvodne eksplozije atomske bombe na zamišljenom gradu	193
Slika 37.	Naknadna dejstva radijacije od podvodne eksplozije atomske bombe na zamišljenom gradu	195
Slika 38.	Ostojanja na kojima atomske eksplozije različite jačine, ekvivalentne kilotonama TNT, izazivaju štetna dejstva	196
Slika 39.	Procenat smrtnosti (variranje sa ostojanjem od nulte tačke)	197
Slika 40.	Sistem vazdušnog osmatranja i javljanja	242
Slika 41.	Duboka podzemna skloništa	271
Slika 42.	Presjek polkrivenog rova	274
Slika 43.	Otvorena rovovska skloništa, uredena za sedenje	275
Slika 44.	Domaće nadzemno sklonište, četvorni tip	281
Slika 45.	Barikada sa vrećama od pijeska uz kućni zid	282
Slika 46.	Načini borbe protiv zapaljivih bombi	295
Slika 47.	Civilna gasmaska	311
Slika 48.	Teška zaštitna odela i aparat za degazaciju	313
Slika 49.	Pretkomora napravljena pomoću zastora od čebadi	322
Slika 50.	Aparat za kolektivnu zaštitu	324
Slika 51.	Promjena udarnog natpritiska sa ostojanjem od tačke eksplozije	352
Slika 52.	Shema nacionalne civilne zaštite	385
Slika 53.	Tipična državna organizacija civilne zaštite	391
Slika 54.	Opštinska organizacija civilne zaštite	402
Slika 55.	Dijagram povjereničkih kvartova	424
Slika 56.	Dijagram povjereničke organizacije	427
Slika 57.	Mala stanica prve pomoći	442
Slika 58.	Centralni depo za dekontaminaciju	463
Slika 59.	Centar za čišćenje zatrovanih	467

	strana
Slika 60. Mreža veze civilne zaštite — — — — —	497
Slika 61. Fabrička organizacija civilne zaštite — — —	513
Slika 62. Sklonište ispod fabričke zgrade — — — — —	521
Slika 63. Planovi tipičnih kuća koje pokazuju sobe za sklanjanje — — — — —	537

Slike: 4, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 28, 33, 46, 47, 48 i 50 su službene fotografije Ministarstva odbrane SAD.

Slike: 10, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38 i 50 iz knjige **The Effects of Atomic Weapons**, U.S. Atomic Energy Commission, Government Printing Office, 1950.

Slike: 40, 52, 53 i 60 su iz **United States Civil Defense**, National Security Resources, Government Printing Office, 1950.

NAPOMENE REDAKCIJE UZ NAŠE IZDANJE

Knjiga je pisana za uslove i potrebe američkog građanina, ali će njena opšta saznanja korisno poslužiti i našim čitaocima za upoznavanje sa pitanjem civilne zaštite u savremenim uslovima. Obrađena naučno-popularno, knjiga sadrži dosta crteža, slika, tehničkih podataka i praktičnih uputstava.

U prvom delu knjige izložena su sredstva vazdušnog napada: vazduhoplovstvo i njegove savremene mogućnosti, razorna i zapaljiva sredstva, kao i hemiska, biološka (bakteriološka) i atomska sredstva. Drugi deo knjige izlaže načine zaštite od svih navedenih sredstava napada. U trećem delu pisac iscrpno izlaže organizaciju civilne zaštite počev od ličnog stana, zgrade, uličnog bloka, rejona, grada i većih upravnih jedinica do najviših državnih organa. Pri tome je detaljno izložena, pored organizacije, i sadržina rada svih mnogobrojnih službi koje treba da obezbede zaštitu, kao i onih koje treba da pruže pomoći i omoguće normalan tok života i rada otklanjanjem posledica i smanjenjem žrtava i štete posle izvršenog vazdušnog napada.

Stalan razvoj ratne tehnike uopšte, a posebno vazduhoplovstva, raketnih projektila, atomskog, hemiskog, biološkog i drugog oružja, pokazuje da će u eventualnom

ratu čitave državne teritorije biti izložene strahovitom razaranju i uništavanju. Da bi civilno stanovništvo moglo izdržati i preživeti sve te strahote koje donosi savremen rat, i da bi državna teritorija mogla odgovoriti zahtevima i potrebama oružanih snaga, u interesu je svake zemlje da se pitanje civilne zaštite pravilno shvati i organizuje, tako da se u slučaju eventualne opasnosti mogu otkloniti panika i haos, kao i njihove štetne posledice.

Tome cilju treba da posluži i ova knjiga generala Prentisa: *Civilna zaštita*, koju »Vojno delo« izdaje pored već ranije izdata dva dela iz ove oblasti.*)

*) Hiršfelder, *Atomska bomba i lična zaštita*, »Vojno delo«, 1954 g. i

Rozberi, *Biološki rat*, »Vojno delo«, 1955 g.

NAPOMENA PISCA

Sva materija koja se obrađuje u ovoj knjizi zasnovana je na iskustvu iz Drugog svjetskog rata i zvaničnim dokumentima Vlade Sjedinjenih Država o civilnoj zaštiti, naročito u pogledu dejstva i zaštite od atomskog oružja, kao i vrste organizacije koja je potrebna za civilnu zaštitu ove zemlje.

Svaki podatak u ovoj knjizi koji je uzet iz izvora Vlade Sjedinjenih Država baziran je samo na »otvorenim« zvaničnim publikacijama, a sva druga gledišta su isključivo lični pogledi autora. Prema tome, izuzev u onoj mjeri u kojoj se podatak koji se pojavljuje u ovoj knjizi bazira na takvim Vladinim publikacijama, autor ne smatra da izražava zvanično gledanje svoje Vlade bilo po kojem pitanju koje se raspravlja i samo je on odgovoran za gledišta iznesena u ovoj knjizi.

PREDGOVOR PISCA

Nikada ranije u istoriji nije preteća sjenka rata visila tako zloslutno iznad glava ljudi kao danas, a čovjek treba sâm sebe da okrivi zbog tog Damoklovog mača kojim danas ugrožava svoj vlastiti opstanak na ovoj planeti. Počev od antičke zore, ratovanje je uvijek bilo tvorevina ljudskog uma, a danas je postalo čudovište Frankenštajn, koje može sasvim da uništi ljudsku rasu, ukoliko čovjek ne bude sposoban da upravlja mnogobrojnim sredstvima nauke tako da efikasno zaštiti samog sebe od svoje vlastite tvorevine.

Razvitak ratovanja je uvijek pretstavljao utakmicu između razorne snage oružja koja se neprekidno povećavala i efikasnosti odbranbenih sredstava da štite od razaranja. U prošlosti se ponekad utakmica završavala u korist napada, ponekad u korist odbrane, ali je u celini rezultat bio prilično ujednačen. Ipak, pojava aviona kao ratnog sredstva i razvitak novih naučnih metoda masovnog razaranja, takvih kao što su razaranja atomskom energijom, bakterijama za razvijanje epidemija i moćnim hemiskim otrovima, pomerili su tako snažno skalu u korist napada, da oni koji su studirali ovaj problem vide veoma malu vjerovatnoću da se u doglednoj budućnosti mogu izgraditi bilo kakva adekvatna sredstva odbrane od modernog agresivnog ratovanja.

Za sudbinu čovječanstva mnogo je ozbiljnije *usmjeravanje* vazdušnog napada (upotrebljavajući ABH* oružja) protiv civilnog stanovništva zaraćenih nacija, pri kome su mogućnosti masovnog razaranja takve da ih

* Atomsко, bakterioloшко i hemisko

nikakva mašta ne može pretstaviti, a ni jezik izraziti. Poznato je, naprimjer, iz iskustva Drugog svjetskog rata da jedna jedina atomska bomba bačena na veći grad može da prouzrokuje 100.000 žrtava, — od kojih 40.000 ubijenih momentalno ili umrlih u toku nekoliko nedjelja, — a nuklearni fizičari sada kažu da bi hidrogenska bomba bila daleko razornija.

Zbog takve perspektive sa kojom se sučeljava svaka nacija u svijetu, sama po sebi je razumljiva hitna potreba za pripremom zaštite od mogućeg nastajanja modernog rata. Jedna od najbitnijih faza pripreme zaštite od neprijateljske vazdužne agresije jeste okupljanje civilnog stanovništva u jednu svenarodnu organizaciju, sposobnu da umanji dejstva takve neprijateljske akcije. To je uloga civilne zaštite, a njen značaj za našu nacionalnu sigurnost teško može biti pretjerano naglašen. Da bi se uspješno preživio budući rat na našem domaćem tlu, svi naši ljudi, sva naša sredstva i sva naša vještina i energija moraju biti korišćeni do krajnjih granica. To je program civilne zaštite, a da bi se on uspješno izvršio, potrebna je saradnja svakog čovjeka, žene i djeteta u zemlji.

U rješavanju problema odbrane od vazdušnog napada postoje dva opšta javna stava — apatija i panika — od kojih se mora obezbijediti, jer svaki od njih može da bude veoma štetan za našu nacionalnu sigurnost. Sa jedne strane, svaki građanin mora da razumije i potpuno shvati snagu modernog vazdušnog ratovanja, koje primjenjuje posljednje naučne metode napada, da bi se nanijeli razrajući udari našem civilnom stanovništvu i industriji. Efikasni domet današnjeg bombardera stvarno je porušio prirodne barijere, kao što su okeani, planine i daljine, koje su štitile našu zemlju od invazije u prošlosti, tako da mi ne možemo više uveličavati teškoće izvršenja neprijateljskog vazdušnog napada da bismo time umanjili svoj osjećaj opasnosti i da bismo došli do zaključka da nije potrebno da se pripremamo za jednu takvu daleku mogućnost. Jednom riječju, jedna od naših najvećih opasnosti danas je javna apatija prema nacionalnoj pripremi zaštite od inostrane vazdušne agresije.

Sa druge strane, ne smijemo da dozvolimo da izmisljene i znatno uveličane priče neobavještenih novinara, koje se odnose na snagu novih naučnih načina ratovanja, izazovu kod javnosti takvo pretjerano osjećanje bespomoćnosti i uzbune koje bi lako moglo dovesti do poraza i panike. Naprotiv, potrebno je objasniti svakom čovjeku, ženi i djetetu u zemlji da, uprkos ogromnog povećanja razorne moći vazdušnog napada, postoji *način i sredstva da se efikasno suprotstavi takvoj neprijateljskoj akciji i da se civilno stanovništvo sposobi da se odupre takvim napadima*, kao i da uspješno izvršava dnevne zadatke u održavanju nacionalne privrede i ratnog napora. U isto vrijeme, budući da cijelokupno stanovništvo nacije ne može da bude prekonoć mobilisano da obezbijedi adekvatnu organizaciju civilne zaštite, potrebno je da se blagovremeno ubijedi svaki građanin u izvanredan značaj vremenskog faktora kod takvog pothvata. Iskustvo Engleske, Njemačke i Japana u Drugom svjetskom ratu pokazuje neophodnost blagovremene pripreme civilne zaštite i godina potrebnih da se njihov narod mobilise u efikasnu organizaciju za tu svrhu.

S obzirom na iskustvo iz Drugog svjetskog rata i poslijeratni razvitak novih i mnogo strašnijih metoda ratovanja, sasvim je poželjno da javnost upozna sadašnje i vjerovatne buduće mogućnosti i ograničenja vazdušnog napada i da bude potpuno obaviještena o najboljem načinu i sredstvima da se suprotstavi toj opasnosti. Isto tako je važno da svi stepeni državne uprave, počev od nacionalne prijestonice pa do seoske opštine, jasno shvate prirodu ovog problema i njihovu odgovornost u tome. Oni treba da znaju šta mogu i moraju da čine da bi najbolje branili zemlju, a naročito svoje vlastite zajednice, od modernog vazdušnog napada i da bi umanjili efekte ove najrazornije forme ratovanja.

Cilj ove knjige je da analizira mogućnosti i ograničenja moderne vazduhoplovne moći, da ispita dejstva novih metoda naučnog ratovanja, a naročito ABH oružja; da razmotri različite odbrambene mjere koje bi trebalo preduzeti da bi se suprotstavilo opasnosti, a uz to i jedan

nacrt civilne odbrambene organizacije koja će biti potrebna za ovu svrhu.

Dejstva različitih oružja i mjere zaštite od njih zasnovani su na iskustvu Drugog svjetskog rata, te je autor za znatan dio svog obavještenja (saznanja) zahvalan službenim publikacijama Sjedinjenih Država i vodećih evropskih država, kao i radovima privatnih autora na ovom polju. U pregledu slika i propratnim napomenama odata je opšta zahvalnost za upotrebu ilustracija i informacija objavljenih u navedenim publikacijama.

Što se tiče 7 glave — »Atomska sredstva« — i 15 glave — »Zaštita od atomskih sredstava« ove knjige, autor je zahvalan Komisiji za atomsku energiju Sjedinjenih Država, iz čije je publikacije pod naslovom *Dejstva atomskog oružja**) koristio podatke i ilustracije koje su tamo objavljene; što se pak tiče trećeg dijela ove knjige — »Organizacija civilne zaštite« autor obavezno duguje Odboru za sredstva nacionalne sigurnosti, iz čije je publikacije pod naslovom *Civilna zaštita Sjedinjenih Država (United States Civil Defense)*, kao jednog od najautoritativnijih izvora za ovo pitanje, koristio informacije i ilustracije koje su tamo objavljene.

Posebno priznanje odaje se pukovniku Avgustinu M. Prentisu mlađem, iz vazduhoplovstva Sjedinjenih Država, koji je ne samo napisao poglavje »Današnje vazduhoplovstvo«, nego je i znatno doprineo opštoj pripremi knjige.

Neke od ilustracija su reprodukovane prema fotografijama koje su dobijene od raznih uprava Ministarstva odbrane, a izvjesni dijagrami su reprodukovani iz ranijeg autorovog rada *Civilna vazdušna zaštita*.

Autor se nada da će pojava ove knjige pomoći javnosti da bolje shvati problem civilne zaštite, kao i stvari od izvanredne važnosti za našu nacionalnu sigurnost, a ako uspije još i da izazove javni interes i rad u odgovarajućoj pripremi naše zemlje za efikasnu civilnu zaštitu od inostrane vazdušne agresije, on će se osjećati dovoljno nagrađenim za svoj trud.

Avgustin M. Prentis

*) *The Effects of Atomic Weapons*, izdato kod nas kao *Atomska bomba i lična zaštita*. — Prim. red.

MOJOJ ODANOJ SUPRUZI
čija je stalna podrška
omogućila ovu knjigu

U V O D

*Čulo se kako se nebo ispunjava bukom,
i padala je grozna rosa.*

*Iz nacionalne vazdušne flote
koja se borila usred plavetnila.*

Tenison

Prije Drugog svjetskog rata vojno vazduhoplovstvo imalo je neznatnu strategisku ulogu zbog ograničenoštì doleta i mogućnosti aviona koji su tada bili u upotrebi. Međutim, za vrijeme dvije decenije između Prvog i Drugog svjetskog rata, ogromno povećanje doleta, nosivosti i borbenih mogućnosti vojnog aviona dovelo je do znatnog porasta značaja vazduhoplovstva kao znatnije vojne sile. Još brže povećanje cijelokupnih sposobnosti borbenog aviona, naročito teškog bombardera, za vrijeme Drugog svjetskog rata dovelo je do strašnog *ostvarenja* širokih potencijalnih mogućnosti vazduhoplovstva kao značajnog faktora u vođenju modernog rata. Ogromno uništavanje života i imovine, kao i dramatično pustošenje širokih površina Engleske, Njemačke i Japana, koje je izazvano vazdušnim bombardovanjem, odlučno je potvrdilo mogućnost vazduhoplovstva da desetkuje civilno stanovništvo i da razori privredu jedne zaraćene nacije.

Pri svemu tom, strašna dejstva vazdušnog bombardovanja u Drugom svjetskom ratu su nažalost samo uvod u ono što se može očekivati u sljedećem ratu. Ne odvija se velikom brzinom samo razvitak sve moćnijeg aviona, nego se na horizontu budućnosti preteći pojavljuju novi

i sve razorniji načini ratovanja. Svaka protekla godina svedoči o velikom povećanju doleta, brzine, nosivosti i cjelokupnih svojstava bombardera. Tako je naš B-29, bombarder Drugog svjetskog rata, sa efikasnim doletom od 4.000 milja*) i tovarom bombi od 10 tona, mogao letjeti preko 300 milja na sat na visini od preko 33.000 stopa**), i to po svakom vremenu. On je bio sposoban da sa isturenih baza nanese teške udare bilo kome području na Zemljinoj kugli. Poslije rata mi smo razvili veće i moćnije tipove aviona, a znamo da su još moćniji na putu, ako nisu već i u upotrebi u ovoj ili nekoj drugoj zemlji. Nema čovjeka koji može predvidjeti granicu performanse aviona, pa čak ni reći kakve će biti sposobnosti aviona za nekoliko godina unaprijed.

Iako će usavršavanje *radara* stvarno pomoći u otkrivanju približavanja neprijateljskih bombardera i moći čak da posluži za odvlačenje aviona od njihovih ciljeva, a razvitak vođenih raketa i aviona presretača bez pilota besumnje imati u osnovi zastrašujući efekat na neprijateljsku vazdušnu agresiju, ipak će ostati činjenica da nijedna odbrambena mjera stvorena do danas, ili ona koja se može sagledati u doglednoj budućnosti, ne može spriječiti riješenog neprijatelja da izvrši uništavajuće vazdušne napade na naše gradove i životna industriska postrojenja, samo ako on pristane da primi odgovarajuće gubitke koji će biti naneseni njegovom vazduhoplovstvu. Ako je to tako, onda nikakva, ma koliko bila aktivna, vazdušna odbrana ne može garantovati *imunitet* od neprijateljske vazdušne agresije i njenih katastrofalnih dejstava. Zbog toga moramo realistički ocjenjivati činjenicu da su naši gradovi i strategiske prostorije povredive razornim napadom iz vazduha i da mogu u sljedećem ratu biti podvrgнуте još razornijim udarima nego što su oni kojima smo mi tukli Njemačku i Japan u prošlom ratu.

Dramatično povećanje vazduhoplovstva u toku posljednje decenije čak prevazilazi napredak koji je postignut u razvijanju novih i još strašnijih naučnih metoda ma-

*) 1 engleska milja = 1609,3 m — Prim. red.

**) 1 stopa (foot-ft) = 30,40 sm — Prim. red.

sovnog uništavanja u vođenju rata. Kao primjer može se navesti znatno povećanje obima i moći eksplozivnih bombi. U Prvom svjetskom ratu su razorne bombe povećane, i to od 500 funti*), sa efikasnim radijusom izazivanja štete u konstrukciji zgrada od cigala do 55 stopa, na bombu od 4.000 funti, sa efikasnim radijusom do 200 stopa; dok je za vrijeme Drugog svjetskog rata bomba od 10 tona za rušenje blokova zgrada imala sličan efikasan radijus od 400 stopa, dotle su pri kraju rata bile u izgradnji i veće bombe.

Prvi svjetski rat je bio svjedok pojave *hemiskog ratovanja*, koje je, prvi put u analima istorije, uvelo novi osnovni princip borbe, zamjenjujući hemiskom reakcijom fizičku snagu oružja, koju su pretstavljala ljudska borbenaa sredstva još od antičke zore. Uprkos velikom procentu borbenih žrtava izazvanih hemiskim sredstvima u Prvom svjetskom ratu, kao sredstvima za uništavanje i razaranje ljudi i životinja, mogućnosti hemiskog ratovanja bile su ostvarene samo djelimično zbog neefikasnosti grubih oruđa za upotrebu hemiskih sredstava u borbi, koja su bila na brzinu improvizovana. Tako je, za vrijeme relativno kratkog perioda upotreba 1.200 tona iperita u Prvom svjetskom ratu (u artiljeriskim granatama) prouzrokovala 400.000 borbenih žrtava ili jednu žrtvu na 60 funti bojnog otrova (BOT). Mada je, prosječno, to bilo skoro pet puta efikasnije od šrapnela i eksplozivne granate, ipak znamo da će 12 mg iperita udahnutog u pluća prouzrokovati smrt, tako da bi 60 funti iperita moglo da ubije dva miliona ljudi ili da prouzrokuje daleko veći broj ozleđenih. Otuda metodi upotrebe iperita u Prvom svjetskom ratu nisu ostvarili njegovu krajnju smrtonosnu snagu. Da su iperit ili drugi gasovi bili korišćeni u avionskim bombama i priborima za prskanje, njihova efikasnost u izazivanju žrtava bila bi nesumnjivo znatno povećana.

Poslije Prvog svjetskog rata, naročito za vrijeme Drugog svjetskog rata, razvitak metoda i oruđa za hemisko ratovanje stalno je išao sve dalje i njihova efikasnost je znatno poboljšavana. U isto vrijeme bili su otkriveni i

*) funta = 453,6 gr. — Prim. red.

proizvedeni novi i mnogo moćniji ratni bojni otrovi. Pošto borbena hemiska sredstva nisu upotrebljavana u Drugom svjetskom ratu, ne posjedujemo borbeno iskustvo na kojem bismo bazirali procjenu njihove današnje moći, ali se, nesumnjivo, sigurno može reći da je hemisko ratovanje sada daleko efikasnije nego u Prvom svjetskom ratu, iako je ono čak i tada postiglo značajne rezultate. Zbog toga je vazdušni hemiski napad na civilno stanovništvo jedna od najozbiljnijih opasnosti u budućem ratovanju.

Mada su *zapaljiva sredstva* bila korišćena u ratovanju prije Prvog svjetskog rata, njihova primjena je bila povremena i neefikasna u poređenju sa drugim savremenim sredstvima. Ipak, zapaljiva sredstva i oružja bila su snažno razvijena za vrijeme rata i, pri kraju posljednjeg rata, postigla su značajnu efikasnost u obliku malih zapaljivih bombi za bacanje (težine 1 kg).

Kao i kod bojnih otrova, način i sredstva upotrebe zapaljivih materija u ratu bili su takođe aktivno razvijeni i znatno poboljšani u toku perioda između dva svjetska rata, a naročito u toku posljednjeg rata. Suprotno bojnom otrovu, zapaljive materije bile su široko primjenjivane u Drugom svjetskom ratu i dostigle su zaista impresivne rezultate. Tako, Rasel Dž. Hopli, u svom izvještaju o *Civilnoj zaštiti za nacionalnu bezbjednost*, kaže:

»Vatra je bila veliki razarač u Drugom svjetskom ratu. Zapaljive materije, i same i u kombinaciji sa eksplozivima, prouzrokovale su teška razaranja u najmanje 54 glavna grada Njemačke i u 65 gradova Japana prije nego što je atomska bomba bila upotrijebljena. U malom broju bombardovanih gradova bilo je porušeno manje od 20 procenata svih zgrada, a u nekim gradovima u Japanu rušenje je bilo iznad 90 procenata. Požari su prouzrokovali najveći dio ovih razaranja. U gradovima u kojima je došlo do velikih požara bilo je i mnogo žrtava; naprimjer, 60.000 smrtnih slučajeva od požara prouzrokovano je u napadima na Hamburg u julu 1943.«

Drugi primjer primjene nauke na moguće metode vođenja rata koji nagovještava tešku budućnost čovječanstvu sastoji se u primjeni zaraznih bakterija da bi se civilno stanovništvo desetkovalo velikim epidemijama.

Mada bakteriološko (takozvano »biološko«¹) ratovanje nije još, na sreću, podiglo svoju strašnu glavu, njegova potencijalna opasnost danas je vrlo realna. Mogućnost primjene bakterija, koje proizvode bolesti, kao ratnog sredstva razmatrale su glavne zaraćene strane u Prvom svjetskom ratu, a postoje i dokazi da su vršeni izvjesni istraživački radovi u ispitivanju mogućnosti i ograničenja ovog novog i grozovitog načina ratovanja. Ova prethodna istraživanja pretstavljala su samo mali dio aktivnosti izvjesnih vodećih svjetskih sila na ovom polju u vremenu između dva svjetska rata, naročito u toku posljednjeg.

U početku Drugog svjetskog rata mogućnosti bakteriološkog ratovanja bile su više ili manje brižljivo ispitane, kako od Njemačke, tako i od Japana, a svaka od njih je izvršila pripremu za njegovu primjenu, ako bi i kad bi došao pogodan momenat. Ovo je zahtijevalo preuzimanje sličnih koraka i od strane Velike Britanije i SAD, sa ciljem da se obezbijedi zaštita od ove opasnosti i da se izgrade način i sredstva za odmazdu. Prema tome, postignuto saznanje ukazuje potpuno jasno na to da svijet mora da bude pripremljen da se sukobi sa opasnostima bakteriološkog ratovanja u svakom budućem ratu. Kao i kod hemiskog ratovanja, nekorišćenje bakterija u Drugom svjetskom ratu može se pripisati jedino strahu od odmazde, ali i pored toga što se iskreno želi da taj strah spreči njegovu upotrebu i u budućnosti, nijedna nacija ne smije sebi dozvoliti da se pouzda u tako nesigurnu stvar i da na taj način propusti da preuzme svaku moguću predostrožnost protiv takve opasnosti. To je jedan od mnogih raznovrsnih zadataka civilne zaštite.

Najveću tragediju Drugog svjetskog rata označila je pojava *atomskog* ratovanja, koje je daleko prevazišlo sve ranije metode masovnog uništavanja, tako da su oni u poređenju sa njima postali beznačajni. Bacanje prve atomske bombe na Hirošimu, u Japanu, 6 avgusta 1945, označilo

¹) Upotreba riječi »biološki« da se označi način ratovanja izgleda da ne odgovara, jer je biologija nauka o životu i zbog toga ćemo upotrebljavati riječ »bakteriološki« kao mnogo prikladniju.

je početak nove ere u dugoj istoriji ratova i otvorilo nove horizonte ofanzivnog ratovanja, kome su, izgleda, mogućnosti neograničene. Strahovita razorna dejstva novog oružja bila su surovo prikazana u Hirošimi, gdje je jedna jedina bomba razorila 10 kvadratnih milja*) grada i izazvala preko sto hiljada žrtava, od kojih 40.000 mrtvih.

Još 1905 godine, kada je Ajnštajn objavio svoju čuvetu teoriju relativiteta i pokazao odnos između mase i energije, prostom jednačinom $E = MC^2$ (gdje je E energija, M masa, a C brzina svjetlosti) naučnici su znali da ogromne količine energije mogu biti dobijene pretvaranjem malih količina materije, pošto je brzina svjetlosti ravna 186.000 milja u sekundi (30 milijardi sm u sekundi). Iako se samo neznatan dio mase materije korišćene u prvoj atomskoj bombi pretvorio u energiju za vrijeme eksplozije, rezultati pokazuju da je udar razorne moći bombe bio ekvivalentan udaru od 20.000 tona brizantnog eksploziva**). Tako su, od jedne jedine bombe koja je eksplodirala iznad Hirošime, zgrade od cigle pretrpjеле konstrukciona oštećenja u radijusu od 6.000 stopa, u poređenju sa 400 stopa razarajućeg radijusa ranije pomenute desetotonske eksplozivne bombe za rušenje blokova zgrada. Površina razornog dejstva atomske bombe protiv zgrada od cigle bila je, prema tome, 225 puta veća nego kod 10-tonске eksplozivne bombe.

Eksplozija atomske bombe oslobađa energiju u tri oblika: 1) u obliku udara ili pritiska, 2) topote, 3) zračenja sličnog rendgenskim zracima ili radijumu. Dosada smo spominjali samo udarna razorna dejstva atomske bombe. Da bi se došlo do njene potpune razorne i štetne moći, moramo joj dodati njen toplotno i radioaktivno dejstvo.

Kada atomska bomba eksplodira, temperatura se u njenom jezgru približuje temperaturi Sunca, što pretstavlja milione Celzijusovih stepeni i što je stvarno nešvatljivo za čovječiju pamet. Čak i na ivici vidljive

*) 1 kvadratna milja = 2,589 km.² — Prim. red.

**) *high explosive* = brizantni eksploziv, u daljem izlaganju uzeće se kao *eksploziv* u užem smislu za razliku od zapaljivih i hemiskih sredstava. — Prim. red.

vatrene lopte procjenjuje se temperatura između 3.000°C i 9.000°C , na osnovu uočenih dejstava topote koja je bila izračena. Topota izračena iz eksplozije atomske bombe, na osnovu dejstva koje je ustanovljeno u Hirošimi i Nagasakiju, dovoljna je da izazove početne požare *direktno* topotnim udarom na prostoriji čiji je radijus do 10.000 stopa i *indirektne* požare u zgradama iz drugostepenih izvora (kuhinjske vatre, kratki spojevi itd.) na razdaljini koja prevaziđa 13.000 stopa od centra eksplozije na zemlji. Među nezaštićenim ljudstvom ozbiljne (trećeg stepena) opekotine pretrpjeli su oni koji su se nalazili unutar prostorije od 4.500 stopa, a ponekad čak i do 7.200 stopa. Manje ozbiljne opekotine dobijane su do 12.000 i 13.000 stopa, a ponekad čak i do 15.000 stopa, gotovo do tri milje.

Uporedo sa udarnim i topotnim dejstvom, eksplozija atomske bombe u vazduhu izaziva, takođe, visokofrekventno zračenje dalekog dometa, uglavnom gama-zrakova i slobodnih neutrona. Oni su vrlo prodorni i sposobni da prouzrokuju smrt praktično kod svih izloženih osoba unutar 3.000 stopa od centra eksplozije, a nesmrtonosne rane kod osoba koje se nalaze u radijusu od 7.500 stopa. Slabije dejstvo se postiže u radijusu otprilike od dvije milje. Osim ovih direktnih dejstava radioaktivnog zračenja, postoji i drugo štetno dejstvo koje se zadržava ili traje, a pripisuje se prisustvu radioaktivnih produkata ili »pepelu od bombe«, koji je vrelim gasovima eksplozije ponesen u nebo do visine od 50 do 60.000 stopa i može, na rastojanju od 50 milja, da bude ponovo vraćen na zemlju u slabijim koncentracijama.

Ako atomska bomba eksplodira pod vodom, voda može »apsorbovati« u znatnoj mjeri direktno radioaktivno zračenje oslobođeno u momentu eksplozije i na taj način umanjiti njegov značaj. U isto vrijeme vazdušna kontaminacija (zatrovanje), mada znatno ograničena po površini, može da bude vrlo intenzivna i sva susjedna površina vode, zemlje i objekata biće jako kontaminirana radioaktivnim produktima. Postojeće gama-zračenje je

subbonosno za izloženo ljudstvo na daljini većoj od dvije milje niz vjetar, a može da izazove rane koje nisu smrtonosne i na još većim rastojanjima. Ova kontaminacija će, opšte uzevši, ostati neobično dugo, što zavisi od rasutosti i rastvora u vodi i od drugih faktora.

Skicirali smo u grubim linijama prirodu i dejstvo novih naučnih metoda ratovanja koji mogu biti primjenjeni u neprijateljskim vazdušnim napadima, sa ciljem da se stvori izvjesna pretstava o ogromnim žrtvama, ranjavanju ljudstva i strahovitom uništavanju imovine, što se mora očekivati u budućem ratu. Mi smo takođe konstatovali da je snaga vazdušnog napada mnogo veća od snage vazdušne odbrane i da nikakva aktivna vazdušna odbrana ne može pozitivno da spriječi pustošeće udare iz vazduha na naše gradove i industriska postrojenja. Otuda je samo po sebi razumljivo da se moraju preduzeti sve moguće mјere pasivne odbrane, sa ciljem da se umanje rezultati neprijateljskog vazdušnog napada, da se održe ili obnove uređaji neophodni za život nacije i da se sačuva maksimalna civilna podrška za naš ratni napor. To je zadatak civilne zaštite, pa zato njen značaj za budućnost naše zemlje nikako ne može biti preuveličan.

Prvi uslov za adekvatnu civilnu zaštitu jeste jasno razumijevanje i potpuno shvatanje od strane svakog građanina ozbiljne opasnosti koju moderna vazdušna agresija pretstavlja za njegov život, život njegove zajednice i njegove domovine, kao i shvatanje da je od prvostepenog značaja obezbijediti *unaprijed* efikasnu organizaciju civilne zaštite koja zahtijeva aktivnu saradnju svakog čovjeka, žene i djeteta.

Sljedeći uslov jeste pravilno shvatanje od strane javnosti onoga što je obuhvaćeno unutar sektora pasivne ili civilne zaštite — za razliku od aktivne odbrane što je funkcija oružanih snaga — u odnosu na spasavanje života i obnavljanje naselja, industriskih postrojenja i preduzeća svih vrsta.

Izraz »civilna zaštita« podrazumijeva organizovanu aktivnost civilnog stanovništva da se: (1) umanji dejstvo svake neprijateljske akcije usmjerene protiv Sjedinjenih

Država, i da se (2) održe i obnove izvori i službe od životne važnosti za život građana i da se sačuva maksimalna podrška građana za ratni napor. To ne uključuje unutarnju bezbjednost, ili aktivne odbrambene mjere, takve kao što su službe vazdušnog osmatranja i javljanja (VOJ), koje, mada mogu koristiti građanske dobrovoljce, spadaju u nadležnost oružanih snaga. Isto tako, pojам, uopšte uzevši, ne obuhvata poslove koji tretiraju pitanja strategiskog razmještaja industrije, službi, državnih i ekonomskih aktivnosti, koja se blagovremeno rešavaju da bi se pripremilo za buduća iznenađenja. To spada u nadležnost Odbora za sredstva nacionalne bezbjednosti. Na kraju, pojам ne obuhvata ratne aktivnosti kao što su: spasavanje, vrtovi pobjede, oporavak, raspisivanje zajma ili racioniranje, — koje moraju biti kontrolisane drugim organima.

Gotovo isto tako je značajno, za pravilno opšte razumijevanje uloge civilne zaštite i svjesno shvatanje ciljeva i veličine njenog zadatka i potrebnog vremena, da se mobilise i organizuje civilno stanovništvo u efikasnu organizaciju civilne zaštite.

Gruba preštava o svrsi zadatka civilne zaštite može se dobiti prostim nabranjem najvažnijih problema koje bi trebalo razmotriti i riješiti. Takvi su:

1) izgradnja Organizacije civilne zaštite (OCZ), počev od najvišeg nacionalnog, pa do uključivo opštinskog stepena;

2) stepen jednoobraznosti koji je neophodan unutar i između pojedinih ešelona — nacionalnog, državnog i opštinskog — OCZ-e;

3) stepen do kojeg savezne, državne i opštinske organizacije moraju biti popunjene u vrijeme mira;

4) broj i tipovi vatrogasnih, policiskih, sanitetskih i drugih jedinica za hitne slučajeve;

5) standardizacija opreme za borbu protiv požara i druge zaštitne službe;

6) potreba pokretne rezerve i planovi manevra;

7) obrazovanje rezervi za snabdjevanje ugroženih područja;

8) popravka i obnova osnovnih komunalnih službi;

9) liječenje i sposobljavanje ljudstva;

- 10) planovi za hitnu evakuaciju velikog broja stanovništva;
- 11) odgovarajući civilni sistem osmatranja i javljanja (VOJ);
- 12) pasivne odbranbene mjere protiv postojećih i novih oružja;
- 13) planovi za uzajamnu pomoć unutar i između država, kao i savezna pomoć državama;
- 14) potreba ljudske snage za civilnu zaštitu;
- 15) usklajivanje planova civilne zaštite sa drugim planovima nacionalne bezbjednosti, uključujući unutarnju sigurnost;
- 16) izrada potrebnog zakonodavstva da bi se obezbijedile različite mjere civilne zaštite;
- 17) zaštita industrijskih uređaja:
 - a) rastresito razmještanje,
 - b) upotreba podzemnih prostorija,
 - c) zaštitne konstrukcije,
 - d) unutarnje i spoljno obezbjeđenje fabrike,
 - e) obezbjeđenje osnovnih sredstava veze i transporta;
- 18) obavljenja koja je potrebno dati javnosti u odnosu na prirodu budućeg ratovanja i njegova moguća dejstva na civilna naselja;
- 19) vaspitavanje javnosti u odnosu na neophodnost uspostavljanja civilne odbranbene organizacije, određivanje zadataka, koji će se izvršavati po redu hitnosti, i odgovornosti za te zadatke, i
- 20) mobilizacija i vježbanje.

Veličina zadatka civilne zaštite jasno se vidi iz neophodnosti svenacionálne organizacije, kao i iz potrebe da se narod, pripremom i vježbom, osposobi da izvršava mnogostrane aktivnosti i službe koje su potrebne za tu svrhu.

Rasel Dž. Hopli, direktor za planiranje civilne zaštite u 1948 godini, smatra da će najmanje 15,000.000 građana biti potrebno za našu opštenacionalnu organizaciju civilne zaštite i da će svima njima biti potrebno specijalno obučavanje u pogledu njihovih odgovornosti i dužnosti, a da će za oko 500.000 njih biti potrebna dopunska obuka za opštu orientaciju u sveopštoj strukturi i dejstovanju

civilne zaštite i uzajamnom odnosu njenih različitih službi. Regрутovanje, izbor, raspored i obučavanje za ovu ogromnu organizaciju može se uporediti, što se tiče veličine, sa mobilizacijom svih naših oružanih snaga za najveći ratni napor.

I samo razmatranje ogromnog zadatka da se organizuje naše cjelokupno stanovništvo za civilnu zaštitu ističe značaj vremenskog faktora potrebnog za jedan takav pothvat i ukazuje na životni značaj blagovremenih priprema. Potrebu za takve blagovremene pripreme i svu korist koja se time dobija jasno je pokazalo iskustvo glavnih zaraćenih strana u Drugom svjetskom ratu.

Engleska vlada je počela da planira i organizuje svoju civilnu zaštitu u julu 1935, četiri godine prije izbijanja Drugog svjetskog rata. To predratno četvorogodišnje »objašnjavanje« britanskom narodu mjera odbrane od vazdušnog napada pripremilo ga je da bude spreman da prihvati i da aktivno sarađuje na jednom efikasnem programu civilne zaštite, kome se zaista može priznati da je spriječio potpun slom kada je neprijatelj udario. Engleska je mogla vrlo lako da bude poražena da nije unaprijed pripremila i obučila svoj narod, tako da je znao šta i kako da radi kada su njemački avioni i leteće bombe udarili. Djelovanja njene dobro organizovane civilne zaštite predstavljala su moćan faktor u osposobljavanju civilnog stanovništva da se odupre njemačkom naletu iz vazduha i da uspješno nastavi vođenje rata.

Sa druge strane, Japan nije vjerovao da njegova teritorija može biti napadnuta iz vazduha, te je zbog toga bio slabo pripremljen u pogledu organizacije i obezbeđenja civilne odbrane. Iako su, poslije našeg Dulitlovog vazdušnog napada, dejstva japanske organizacije civilne zaštite bila upotpunjena, ipak je njihova tehnika daleko zaostajala za tempom naših vazdušnih napada, tako da su njihovi zaštitni naporibili savladani, a njihova sposobnost da nastave sa ratom bila je ozbiljno oslabljena.

Njemačka je imala samo djelimičnu konцепцију o potrebama civilne zaštite i, uprkos totalitarističke forme vladavine, njen civilni odbranbeni napor bio je ozbiljno

otežavan političkim zabludama visokih krugova. Rezultat toga bilo je to da je njemačka civilna zaštita pri svakom koraku u svom razvoju bila uvijek iza razvitka oružja i napadnih mogućnosti njenih neprijatelja. Ona je imala sredstava da postigne više, ali je planiranje njene civilne zaštite u toku rata stalno zakašnjavašo.

Mi smo, pak, na brzinu improvizirali našu civilnu zaštitu, poslije izbijanja Drugog svjetskog rata, koja je obuhvatala 10.000.000 građana, a nikada nije bila provjrena u akciji protiv neprijateljskog napada, ali je sada potpuno jasno, kada se pogleda unazad, da naša organizacija civilne zaštite, uprkos patriotskom odzivu civilnih dobrovoljaca, ne bi bila sposobna da se suprotstavi teškim vazdušnim napadima onakvim kakve smo mi zadavali Njemačkoj i Japanu.

Opšta lekcija koju je dalo iskustvo Drugog svjetskog rata u pogledu civilne zaštite, jasna je. Bez obzira na to što je čitavu deceniju prije Drugog svjetskog rata bila smatrana kao dio naše nacionalne vojne gotovosti, civilna zaštita se razvijala u periodu neprijateljstva i to uglavnom u vežbama i zabludama, i nikada nije išla ukorak sa novim metodima vođenja rata protiv civilnog stanovništva i industrijskih postrojenja. S obzirom na to da domovina vjerovatno neće nikada više biti tako srećna da izbjegne invaziji iz vazduha u nekom budućem svjetskom sukobu, mi moramo računati s tim da će naše strategiske pokrajine i veliki gradovi biti podvrgnuti iznenadnim početnim napadima iz vazduha da bi se osakatio naš industrijski napor i da bi se razorila volja i sposobnost našeg naroda da se odupre i nastavi rat. Mi moramo, isto tako, računati sa time da će neprijatelj koristiti najsavremenije metode i oružja za masovno uništavanje, ako i kada bude našao za shodno da će mu to koristiti. Suočeni sa takvom perspektivom, razumljivo je samo po sebi da moramo preduzeti sve moguće mjere da se potpuno suprotstavimo jednoj opštoj neprijateljskoj vazdušnoj agresiji, a prva među njima je efikasna civilna zaštita. Isto tako, jasno je da moramo usavršiti našu organizaciju civilne zaštite, sada, jer sutra može da bude suviše kasno.

P R V I D I O

MODERNO VAZDUŠNO RATOVANJE

1

DANAŠNJE VAZDUHOPLOVSTVO

Mi živimo u vazduhoplovnom dobu. Zahvaljujući fantastičnim mogućnostima savremenog aviona nijedno mjesto na Zemljinoj kugli nije udaljeno više od 60 časova leta od bilo kog drugog mesta. Veliki okeani, koji su nekada pretstavljali nepremostive barijere između Starog i Novog svijeta, postali su, usled naglog razvijanja vazduhoplovstva, relativno beznačajni.

Šta je vazduhoplovstvo? Iz čega je sastavljeno? Kakve su njegove mogućnosti i ograničenja? Da bismo se orijentisali i odgovorili na ova pitanja, moramo prvo pregledati ranije stranice istorije.

Istoriski razvitak vazduhoplovstva

Snaga velikih svjetskih nacija, u toku XIX vijeka, proisticala je uglavnom iz karaktera njihovih naroda i geografskih pozicija. Kontinentalne zemlje, kao što je Njemačka, sa nacionalističkim, agresivnim stanovništvom, izgradile su moćne vojske i postale *kopnene sile*. Zemlje na ostrvima, kao što je Engleska, koje su zavisile prvenstveno od svjetske trgovine, izgradile su snažne mornarice i postale *pomorske sile*. Neke kontinentalne nacije, sa znatnom morskom obalom, kao Francuska i Španija, postale su i jedno i drugo, kopnene i pomorske sile, ali, kao što se moglo očekivati, njihove kopnene snage nisu bile u stanju da se takmiče sa kopnenim snagama kontinentalnih nacija, niti su se njihove mornarice mogle takmičiti sa mornaricama pravih ostrvskih nacija. Tako su se krajem

XIX vijeka pojavile dvije velike vojne sile u Evropi: Njemačka, vodeća kopnena sila, i Engleska, glavna pomorska sila.

Kako kopnene, tako i pomorske sile bile su, ipak, ozbiljno ograničene geografskim uslovima. Nacije sa kopnenom snagom mogle su pregaziti slabije nacije na svojim granicama i zagospodariti njima, ali nisu mogle dospjeti do nacija koje su bile rastavljene od njih značajnim vodenim preprekama. Nacije sa pomorskom snagom mogle su zagospodariti svjetskim okeanima i uticati na predjele izvan dohvata nacija sa kopnenom snagom, ali nisu mogle oduzeti predjele koje su kontrolisale ove posljednje. Spособnost svake od njih da nanese poražavajuće udare drugoj bila je ograničena geografskim uslovima Zemljine površine.

Prve godine XX vijeka ugledale su tako grubu i nesigurnu ravnotežu snaga u svijetu, jer su nacije nastojale da nadoknade svoje geografske nedostatke. Male pomorske nacije orijentisale su se prema velikim pomorskim silama, a kontinentalne nacije su se udruživale sa svojim moćnijim kontinentalnim susjedima ili su bivale pregažene od njih. Udaljene nacije, kao Rusija i Sjedinjene Države, povlačile su se u izolacionizam iza onoga što je tada pretstavljalo velike prirodne barijere.

Kada je iz ove nesigurne ravnoteže izbio Prvi svjetski rat, pojavio se nov izvor nacionalne snage — *avion*, prvi put upotrijebljen kao vojno oružje. Ipak je Prvi svjetski rat prvenstveno bio, prvo, sukob pomorskih snaga, a zatim strahoviti sukob kopnenih vojski, što je sve dovelo do pat pozicije u kojoj su obe prestonice ostale neoštetećene i neokupirane od neprijateljskih snaga. Vazduhoplovno oružje, koje je bilo upotrijebljeno, pretstavljalo je uglavnom snagu za izviđanje i uznenimiravanje i samo po sebi nije znatno doprinijelo krajnjem ishodu sukoba.

U toku dve decenije između Prvog i Drugog svjetskog rata došlo je do iznenađujućeg tehničkog poboljšanja aviona. Udvostručile su se i utrostručile visina, brzina i nosivost, ali uloga vazdušnog oružja je po svojoj prirodi ostala pomoćna. Bombarderska avijacija smatrana je jedino kao produženje artiljerije, a lovcima je bila određena

uloga izviđanja i pratnje. Klasični izvori snage — zemlja i more — još uvijek su preovlađivali među svjetskim nacijama.

Drugi svjetski rat, pak, izazvao je temeljitu promjenu u prirodi ratovanja. Čitave nacije bile su prvi put napadnute vojnom snagom svojih neprijatelja. Pojavila se nova sila, sila za koju lokalni geografski uslovi nisu ništa predstavljali. Ta nova sila bilo je *vazduhoplovstvo*.

U prvim godinama Drugog svjetskog rata ova nova snaga još uvijek je igrala pomoćnu ulogu. Naprimjer, jedinice *njemačkog vazduhoplovstva* bile su korišćene kao dio jednog vazdušno — tenkovsko — pješadiskog združavanja da se pregaze Poljska i Francuska. Ipak, kako su postepeno povećane performanse aviona i njegove sposobnosti za nošenje bombi, pojavljivala se i nova konцепциja o upotrebi vazdušnog oružja. Istovremeno su stotine aviona nanosile masovne udare po životnim industrijskim centrima, daleko iza borbenih linija. Vazduhoplovne jedinice bile su korišćene masovno, nezavisno od kopnenih operacija i prvi put u istoriji bila je napadnuta na njenom materijalnom izvoru moći ratovanja jedne nacije. Ovaj tip operacija bio je poznat kao »strategisko bombardovanje« i označio je početak korišćenja nove snage, nazvane »vazduhoplovstvo«.

Pojava atomske bombe krajem Drugog svjetskog rata najavila je najznačajnije povećanje snage vazdušnog oružja. Ogroman dolet modernog poslijeratnog bombardera i velika destruktivna snaga u malom paketu, što je omogućila upotreba atomske bombe, stvorili su silu koja može sigurno održavati ravnotežu snaga u nesigurnom poslijeratnom svijetu. Ta sila je savremeno vazduhoplovstvo.

Definicija vazduhoplovstva. Vazduhoplovstvo, dakle, može da bude definisano kao *snaga koja je proizvedena potpunom mobilizacijom avijaciskog i oružanog potencijala nacije, vojnog, građanskog i industrijskog*. To je završni proizvod mobilisane nacionalne tehnike. U njemu je proizvedena najrazornija sila koju je čovek dosad stvorio.

Elementi vazduhoplovstva

U ovoj definiciji dati su osnovni elementi vazduhoplovstva: vojni, građanski i industriski. Oni moraju biti povezani u homogenu zajednicu koja glatko dejstvuje, ako se želi da se postigne prava vazduhoplovna moć. Svi su podjednako važni; bez izvršavanja uloge od strane svakog pojedinačno, vazduhoplovstvo nacije postaje neu-ravnoteženo i neefikasno.

Vojni elementi vazduhoplovstva. Ako se prvo obratimo vojnom elementu, nalazimo da je naša vazduhoplovna moć uključena u dvije organizacije: vojno vazduhoplovstvo Sjedinjenih Država i vazduhoplovstvo mornarice Sjedinjenih Država. Ova dva dijela naše nacionalne vojne građevine sadrže cijelokupnu borbenu vazduhoplovnu snagu nacije — udarno sjećivo sjekire to je naše vazduhoplovstvo. Svaki od ovih dijelova sadrži mnoge različite tipove borbenih aviona od kojih svaki ima svoj funkcionalni zadatak. Da bismo, dakle, dobili jasnu sliku vojnih elemenata vazduhoplovstva, i vazduhoplovstvo mornarice i vojno vazduhoplovstvo Sjedinjenih Država biće razmatrani zajedno kao cjelina — vojna vazduhoplovna organizacija Sjedinjenih Država — a mogućnosti i ograničenja te cjeline biće razmatrani više na funkcionalnoj nego na organizacijskoj osnovi.

Funkcionalno, vojni element vazduhoplovstva obavlja dvije osnovne uloge: borbenu ulogu i ulogu podrške ili snabdijevanja. Borbena uloga sadrži tri zadatka: strategiski ofanzivan zadatak, taktički ofanzivan zadatak i vazduhoplovni odbranbeni zadatak. Bez obzira na to kako je borbeno vazduhoplovstvo organizovano — a vazduhoplovne organizacije se mijenjaju vrlo često — ovi zadaci se moraju izvršavati ako vojno vazduhoplovstvo hoće da obavlja svoj posao. Ovi zadaci zajedno čine osnovnu namjenu vazduhoplovstva, tj. da ono izvede maksimalno razaranje neprijateljskog ratnog kapaciteta.

Prije nego što se prijeđe na diskusiju zadataka u detaljima, bilo bi dobro da se razjasne pojmovi »taktički« i »strategiski«. Oni su u prošlosti bili mnogo upotrijebljaji-

vani sa različitim nijansama u značenju, tako da je vrlo važno da se o njima dobije jasna preštava da bi se razumjela ova dva životno značajna zadatka vojnog vazduhoplovstva. Stoga će, unutar ove diskusije, taktičke vazdušne operacije biti podrazumijevane kao operacije za direktnu podršku površinskih (zemaljskih ili pomorskih) dejstava, a strategiske vazdušne operacije, kao operacije vođene protiv neprijateljskih ciljeva vazdušnim oružjem koje djeluje nezavisno od površinskih dejstava. Ovi pojmovi su nužno široki, ali ogromna većina vazdušnih operacija može biti klasificirana pod jednim od njih.

Strategiski ofanzivan zadatak izvodi uglavnom Strategiska vazduhoplovna komanda vojnog vazduhoplovstva Sjedinjenih Država. U ovoj komandi su koncentrisani naši bombarderi sa velikim doletom i borbeni avioni za izviđanje i pratnju zajedno sa svima službama, takvim kao što su sanitetska i snabdjevačka, potrebnim za njihovu neposrednu podršku. U ovoj sili je koncentrisana atomska pesnica koja sačinjava suštinu modernog vazduhoplovstva. Ona se mora stalno održavati u borbenoj gotovosti i mora biti sposobna da baci potreban broj bombi na svako mjesto bilo gdje u svijetu. Upotrebljava se prvenstveno protiv glavnih materijalnih izvora neprijateljske ratne maštine, kao što su politički i industriski centri od životne važnosti. S obzirom na razmještaj takvih ciljeva u odnosu na površinska borbena područja, operacije ove sile su uvijek strategiske, što znači nezavisne od kopnenih i pomorskih površinskih operacija. Ova sila ima, svakako, krajnju pokretljivost i može, ako je to potrebno, da izvršava taktičke zadatke podrškom kopnenih i pomorskih snaga.

Taktički ofanzivan zadatak izvršavaju snage koje su sastavljene prvenstveno od aviona malog doleta, lakih bombardera ili lovaca-bombardera. Vojno vazduhoplovstvo Sjedinjenih Država ima Taktičku vazduhoplovnu komandu za izvršavanje ovih zadataka, a većina mornaričkog vazduhoplovstva koje bazira na nosačima aviona koristi se u tu svrhu. Ove snage moraju se održavati na istom stepenu borbene gotovosti kao i površinske snage koje one podržavaju, i isto tako moraju raspolagati službama za podršku. One moraju biti sposobne da zadobiju i održe-

vazdušnu nadmoćnost iznad operacijskih prostorija i da napadaju neprijateljske zemaljske snage i njihove važne ustanove.

Vazdušan odbranben zadatak je upravo ono što se kaže njegovim imenom — aktivna vazdušna odbrana onih prostorija koje se smatraju životno značajnim za našu nacionalnu odbranu. Avioni koji brzo uzimaju visinu, lovci-presretači za najveće visine, neophodni su za izvršavanje ovog zadatka, što je skup i komplikovan pothvat. Da bi se obezbijedio takav avion za odbranu životnih površina SAD, vojno vazduhoplovstvo Sjedinjenih Država ima Komandu vazdušne odbrane. Ova komanda sadrži, pored lovačkih jedinica za presretanje, i potpuno izgrađen sistem vazdušnog osmatranja i javljanja zajednički sa zemaljskim protivavionskim jedinicama.

Vazduhoplovstvo mornarice, takođe, često izvršava zadatak vazdušne odbrane odbijanjem neprijateljskih vazdušnih napada na površinske brodove savezničkih sila. Pomorske površinske formacije takođe održavaju sistem za vazdušno osmatranje i javljanje.

Ako se sada okrenemo prema drugoj osnovnoj ulozi vojnog vazduhoplovstva, ulozi logističke podrške ili snabdjevanja, naići ćemo na dva osnovna zadatka. Prvi od ovih možemo nazvati leteći neborben zadatak. U ovaj zadatak su uključeni vazdušni transporti i prenošenje trupa, kao i vazduhoplovna obuka i zadaci za ispitivanje leta aviona. Ove funkcije i zadatke izvršavaju i vojno vazduhoplovstvo SAD i vazduhoplovstvo mornarice, a a ponekad ih, kao u slučaju Vojne vazdušne transportne službe, izvršavaju i zajedno.

Ove neborbene leteće akcije najviše su doprinijele značaju modernog vazduhoplovstva. Taktička i strategiska pokretljivost je ogromno povećana doletom i elastičnošću vazdušnog snabdjevanja osnovnim potrebama. Zemaljska pokretljivost je takođe bila znatno povećana uvođenjem transportnih aviona za padobranske i vazdušnotransportne jedinice. Površinsko ratovanje je, na taj način, postalo trodimenzionalno.

Osnovni značaj vježbanja i operacija za isprobavanje je sam po sebi jasan. Nedostatak ljudi i maština mora se

stalno popunjavati ako vazduhoplovstvo hoće da se održi i razvije do maksimuma. Obe vazduhoplovne službe sadrže organizacije za obavljanje ovih važnih funkcija.

Drugi zadatak uloge materijalnog podržavanja ili snabdijevanja može se obuhvatiti jednom jedinom riječi »materijal«. Za izvršavanje materijalnog zadatka vezani su svi detalji razvitka, obezbjeđenja, ispitivanja i snabdijevanja borbenih jedinica hiljadama i hiljadama predmeta potrebnih za vođenje modernog vazdušnog rata. Komanda za vazduhoplovni materijal vojnog vazduhoplovstva Sjedinjenih Država i odgovarajuća pomorska komanda izvršavaju ovu životnu funkciju i dejstvuju kao vezujuća karika između vojnih i građanskih elemenata vazduhoplovstva.

Civilni elementi vazduhoplovstva. Civilni elementi, kao i vojni, dijele se na leteće i neleteće. Leteći dio civilnog vazduhoplovstva sastoji se uglavnom od poluvojnih vazdušnih organizacija, kao što su: civilna vazdušna patrola, vazdušni izvidnici i nacionalne trgovačke vazdušne linije.

Organizacije građana koji su naklonjeni letenju, kao što je Civilna vazdušna patrola, pretstavljaju veliku vrijednost i potencijalan rezervoar za borbeno leteće osoblje, a i vazduhoplovni dodatak vojnom sektoru za izvršenje njegove odbrambene uloge. Osim toga, trajno postojanje ovih organizacija, zajedno sa trgovačkim vazduhoplovnim linijama, čini mnogo da se i u miru održi u naponu snage vazduhoplovna industrija Sjedinjenih Država.

Trgovačke vazdušne linije jedne nacije pretstavljaju, u miru i ratu, jedan od glavnih kamena temeljaca na kojima je izgrađeno vazduhoplovstvo te nacije. U vrijeme mira one su glavni oslonac vazduhoplovne industrije, a u ratu su izvanredan dodatak pregnućima vojnog vazdušnog transporta.

Industriski elementi vazduhoplovstva. Iza čitave ove vojne i civilne vazduhoplovne moći stoji nacionalna avionska industrija. To je stvarno kičma vazduhoplovstva, industriski izvor iz koga proističe ova moć i zato je to njen najosetljiviji element. Pod avionskom industrijom podrazumijeva se ne samo proizvodnja motora i aparata, već i cjelokupna industrija za snabdjevanje naftom, oružjem,

elektronskim uređajima itd. Sve to, ako se želi postići maksimalna vazduhoplovna moć, mora da bude mobilisano i tako spojeno da se rad odvija bez smetnji.

U osnovi svega toga nalaze se istraživanja i usavršavanja, koja vode i usmjeravaju razvitak nacionalnog vazduhoplovnog potencijala. Na vrijednosti ovog elementa izgrađena je cjelokupna struktura vazduhoplovstva. Njegov napredak je od najvećeg značaja. Njegov poligon za provjeravanje je surova ratna praksa.

Na taj način, imamo elemente ove nove snage koja se zove vazduhoplovstvo — vojne, civilne i industriske. Spojeni zajedno, oni čine sve moćniji mač mobilisane tehnike. Ako se upotrijebi na pravilan način, ovo oružje može znatno, a možda i odlučujuće, da dejstvuje na tok modernog ratovanja.

Mogućnosti i ograničenja vazduhoplovstva

Vazduhoplovstvo se, kao i kopnena i pomorska sila, upotrebljava ofanzivno i defanzivno. Upotrebljava se, kao i svako drugo oružje, tako da se postigne maksimalno iskorišćenje njegovih mogućnosti i da se podnesu minimalne teškoće zbog njegovih ograničenja. Zbog toga je vrlo važno da se shvati kakve su njegove mogućnosti i ograničenja.

Ofanzivno, današnje vazduhoplovstvo, upotreboom isturenih baza, može da izvodi operacije strategiskog bombardovanja atomskim bombama po bilo kojim ciljevima u svijetu. Isto tako, ono može da vodi izviđačke operacije velikog radijusa i da pruži taktičku podršku površinskim operacijama, kopnenim, pomorskim i amfibiskim.

Defanzivno, vazduhoplovstvo može da prati vlastite avione i da veže za sebe neprijateljske lovce koji ih napadaju. Ono može da presretne i uništi neprijateljske avione koji napadaju naše površinske uređaje, kopnene i pomorske.

Osim toga, vazduhoplovstvo može da transportuje i trupe i teret do kritičnih mesta u vojnim operacijama, i

to bilo gdje u svijetu. Ono može da omogući brz i lak susret odgovornih ličnosti, kako vojnih tako i civilnih.

Ipak, postoje određena ograničenja u upotrebi vazduhoplovstva. Avioni na zemlji su stvarno bespomoćni i izrazito osjetljivi na neprijateljski napad. Upotreba različitih vazduhoplovnih elemenata u vojnim operacijama ograničena je doletom i nosivošću odgovarajućih aviona. Mada tehnika popune gorivom u vazduhu i visoki razvitet akcija mogu mnogo da doprinesu da se smanjuju ova ograničenja, ona će uvjek ostati do izvjesnog stepena i moraju se brižljivo uzeti u obzir prilikom svakog planiranja.

Kao i sva značajnija ratna oružja, vazduhoplovstvo je, uz to, krajnje skupo. Njegova široka primjena nameće ozbiljne ekonomski terete i najbogatijim nacijama. Zbog toga rezultati koji se postižu njegovom upotrebotom moraju da budu dovoljno značajni da se opravda ogromna potrošena krv i novac. Očigledno je nemoguće, naprimjer, da se brani svaka kvadratna milja teritorije Sjedinjenih Država od neprijateljskog vazdušnog napada. Odbranbeno vazduhoplovstvo mora biti upotrijebljeno u odbrani samo onih oblasti čija je stalna nepovredivost od životnog značaja za odbranu ove nacije.

Naše ofanzivno vazduhoplovstvo, iz istih razloga, ne smije da bude istrošeno na ciljevima koji su vojnički neisplativi. Naši vazdušni udari moraju da budu upravljeni samo protiv takvih objekata čije će razaranje oslabiti neprijateljsku ratnu mašinu do maksimalno mogućih granica. Vjekovni princip ekonomije snaga od nacionalnog je značaja za upotrebu današnjeg vazduhoplovstva.

Iskustvo Drugog svjetskog rata je pokazalo, shodno ovom principu, da nijedan poznati sistem vazdušne odbrane nije stoprocentno efikasan protiv odlučnog i vještog neprijatelja koji je rješen i na najveće žrtve. U vazdušnim napadima neki bombarderi će uspjeti da se probiju i neke bombe će pogoditi cilj. Ipak vazdušne operacije, uslijed nedopustivih gubitaka, ne mogu da traju neprekidno, a što je veća sposobnost odbranbenog sistema, to je neefikasniji vazdušni udar, te će ranije biti napuštene.

Ovo je grafički ilustrovano u istoriskoj bici za Englesku, na početku Drugog svjetskog rata, kada je njemačka vazdušna ofanziva protiv Velike Britanije morala da bude prekinuta usled nedopustivih gubitaka koje je pretrpjelo njemačko vazduhoplovstvo (*Luftwaffe*) od strane britanskog vazduhoplovstva (*RAF*).

Drugi princip koji se utvrdio u primjeni vazduhoplovstva može se široko nazvati »gospodarenje vazduhom« ili »prevlast u vazduhu«. U Drugom svjetskom ratu se pokazalo da je nemoguće voditi uspješno velike površinske operacije bez prevlasti u vazduhu iznad tih operacija. Otuda postizanje takve prevlasti od strane vlastitog vazduhoplovstva postaje glavna neophodnost za uspjeh na zemlji.

Neki su tvrdili da ovaj princip nije izdržao 1950 godine u ratu sjevernokorejskih vojnih snaga protiv snaga Ujedinjenih nacija u Južnoj Koreji. U tom ratu je Sjeverna Koreja uspjela da odbaci otprilike 20 milja snage Ujedinjenih nacija uprkos činjenici da su snage Ujedinjenih nacija imale stvarno potpunu prevlast u vazduhu iznad borbene zone.

Ali ako se ove činjenice detaljnije ispitaju, ipak će se pokazati da princip još uvijek vrijedi. Sjevernokorejske snage izvršile su napad, uz nedopustive gubitke, na protivnika koga su upočetku iznenadile i znatno brojno prevažilazile i da nije bilo moćne podrške taktičkog vazduhoplovstva, rat Ujedinjenih nacija bio bi vjerovatno brzo završen porazom. Još jedanput je taktičko vazduhoplovstvo dokazalo svoju vrijednost.

Porast vazduhoplovstva u Drugom svjetskom ratu

Nikakvo proučavanje modernog vazduhoplovstva ne bi bilo potpuno bez osvrta na njegov porast i dostignuća u Drugom svjetskom ratu. Da bi se dobila perspektiva o ovom predmetu, potrebno je, prvo, da se uporedi efikasnost vazduhoplovstva u dva svjetska rata. U Prvom svjetskom ratu vazduhoplovstvo je igralo beznačajnu strategisku ulogu; njegova namjena bila je prvenstveno

taktička. U evropskoj fazi Drugog svjetskog rata je strategiski efekat vazduhoplovstva bio odlučujući; njemačka ratna mašina bila je osakaćena do te mjere, da je zemaljska odbrana postala nemoguća. U japanskoj fazi Drugog svjetskog rata vazduhoplovstvo je takođe bilo odlučujuće i Japanci su radije pristali da kapituliraju nego da se suoče sa razaranjima od strane naših B-29. Do kakve je razmjere dostiglo vazduhoplovstvo u Drugom svjetskom ratu pokazuju brojke na donjoj tablici o tonažama bombi vazduhoplovstva SAD.

Godina	U Evropi	Na Pacifiku	Ukupno
1942	6.123	4.080	10.203
1943	154.117	44.683	198.745
1944	938.952	147.026	1.085.618
1945	— —	1.051.714*)	1.051.714*)
1946	— —	3.167.316*)	3.167.316*)

*)Ove brojke, koje ne obuhvataju atomske bombe, sadrže projektovanu tonažu za poslednji dio 1945 i za 1946 godinu.

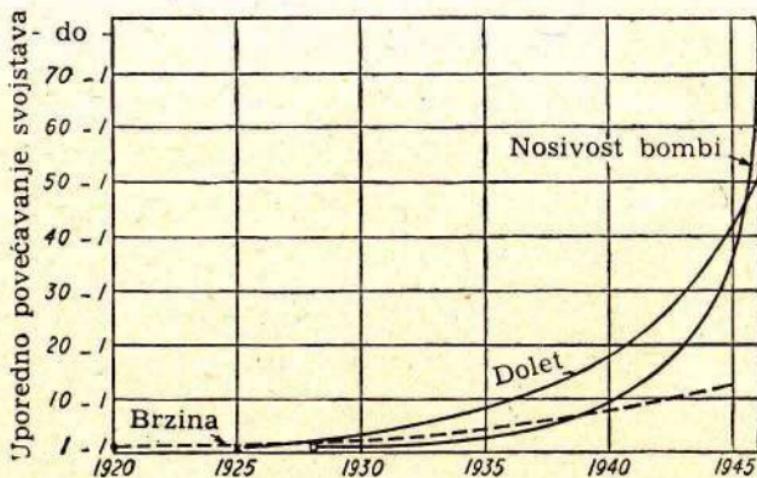
General H. H. Arnold, načelnik vazduhoplovstva SAD u Drugom svjetskom ratu, kaže da je naše povećanje vazdušne snage u toku rata došlo otprilike iz tri faktora, koje treba imati u vidu kada se razmatra buduća moć vazdušnog ratovanja:²⁾

*1. — *Povećan obim.* Ogromno su povećani kako proizvodnja aviona, tako i vojno vazduhoplovstvo. Ove su činjenice tako dobro poznate i usvojene da nije potrebno da se ovdje diskutuje o njima.

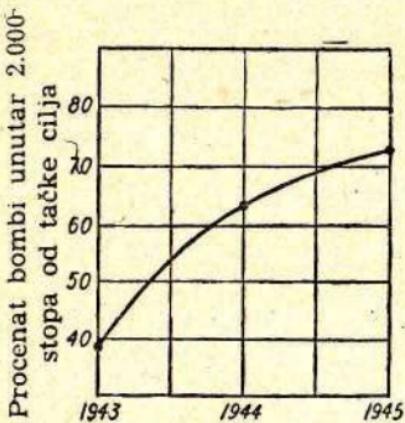
2. — *Poboljšan kvalitet i efikasnost instrumenata vazduhoplovstva.* Imali smo avione, elektronsku opremu svih vrsta i, najviše od svega, eksplozive, uključujući atomsku bombu. Poboljšan kvalitet nije se dobio preko noći; on se postiže samo istražnjim i obimnim naporom na istraživanju i razvoju. Kao posledica poboljšanja kvaliteta bilo je to što su B-29 bombar-

²⁾ Članak »Vazduhoplovstvo u atomskom dobu« od Ekstera Mastersa i Katarine Vej u *One World or None*, Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York, 1946.

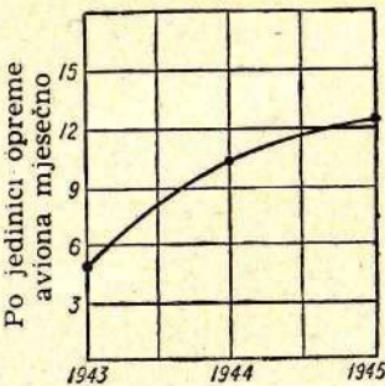
dovali sa tri puta većim doletom i po toni upola jeftinije u poređenju sa teškim bombarderima u Evropi. Slika 1 pokazuje u najopštijim crtama progres usavršavanja. Krivulje koje odgovaraju brzini, doletu i nosivosti aviona u upotrebi prema navedenim datumima pokazuju konstantno povećanje za vrijeme mira koje je bilo znatno ubrzano za vrijeme rata. To ubrzanje odražava



Sl. 1 — Povećanje u brzini, doletu i nosivosti vojnih aviona Sjedinjenih Država: nosivost do 70 puta poslije 1928 godine, dolet do 50 puta poslije 1925 godine, brzina do 12 puta poslije 1920 godine.



Sl. 2 — Povećanje tačnosti bombardovanja u Drugom svjetskom ratu (vizuelni zadaci B-17, Osma vazduhoplovna komanda)



Sl. 3 — Povećanje broja letova u Drugom svjetskom ratu (teški bombarderi, Osma vazduhoplovna komanda)

povećanu brzinu stavljanja novih modela u proizvodnju, kao i pojačano istraživanje i usavršavanje. Da je naš pojačani program istraživanja prethodio ratu, novi tipovi borbenih aviona spasli bi mnoge američke živote. Iz ovih činjenica proističe iskustvo da se istraživanje mora nastaviti i u mirno vrijeme i ne smije oslabiti sve dok se ratni oblici vide kako se skupljaju. Ovo postaje još važnije onda kad se sučelimo sa atomskim ratom.

3. — *Povećana efikasnost u upotrebi oružja vazduhoplovstva.* Poboljšanje u programima obuke i poznavanju načina upotrebe oružja u borbi dovelo je do znatnog povećanja borbene efikasnosti. Gustina bombardovanja cilja pri vizuelnom bombardovanju (slika 2) približno se udvostručila 1943 i 1945 god. Ovo nije došlo jedino zbog povećane vještine, već isto tako i zbog povećanog gospodarenja u vazduhu, jer je njemačkih lovaca bivalo sve manje. Rok letenja svakog pojedinog aviona više se nego udvostručio između 1943 i 1945 (slika 3). Ovo povećanje je proizašlo iz poboljšanja na svim poljima, uključujući sistem održavanja, organizovanja dalekih zadataka i smanjenja neprijateljskog otpora».

Budućnost vazduhoplovstva

Tehnički napredak vazdušnog ratovanja je tako brz da je sasvim teško praviti razliku između onih usavršavanja koja pretstavljaju samo poboljšanja postojećih oružja i onih drugih koja najavljuju revolucionarnu promjenu u upotrebi vazduhoplovstva. Iako je, naprimjer, pojačanje našeg istraživanja i usavršavanja poslije Perl Harbora poboljšalo performanse ranije projektovnih tipova vojnog aviona, ipak to nije dovelo do uvođenja novih tipova u borbu; svi naši borbeni tipovi Drugog svjetskog rata bili su konstruisani prije nego što smo ušli u rat.

Ponova citiramo iz istog članka generala Arnolda:

»Prije kraja Drugog svjetskog rata je atomska bomba, koju je bacio B—29, izazvala takvu štetu za kakvu bi ranije bilo potrebno 300 aviona. Polazeći od te činjenice, 20 vazdušna armija (Air Force), koristeći atomske bombe, mogla bi u jednom dnevnom naletu da razruši više japanske industrije nego što je stvarno učinjeno za vrijeme čitavog rata bombarderima B—29. Ta šteta je iznosila preko 42 procenta gradskog industriskog prostora u 68 bombardovanih gradova. Ovi gradovi su imali ukupno preko 21 milion stanovnika — gotovo potpuno toliko koliko i 12 najvećih američkih gradova. Takvo oštećenje, ponavljam, tražilo bi manje od jednog dnevnog napora pri snazi takvog obima kao što je 20 vazdušna armija. Cijena atomskih bombi na bazi

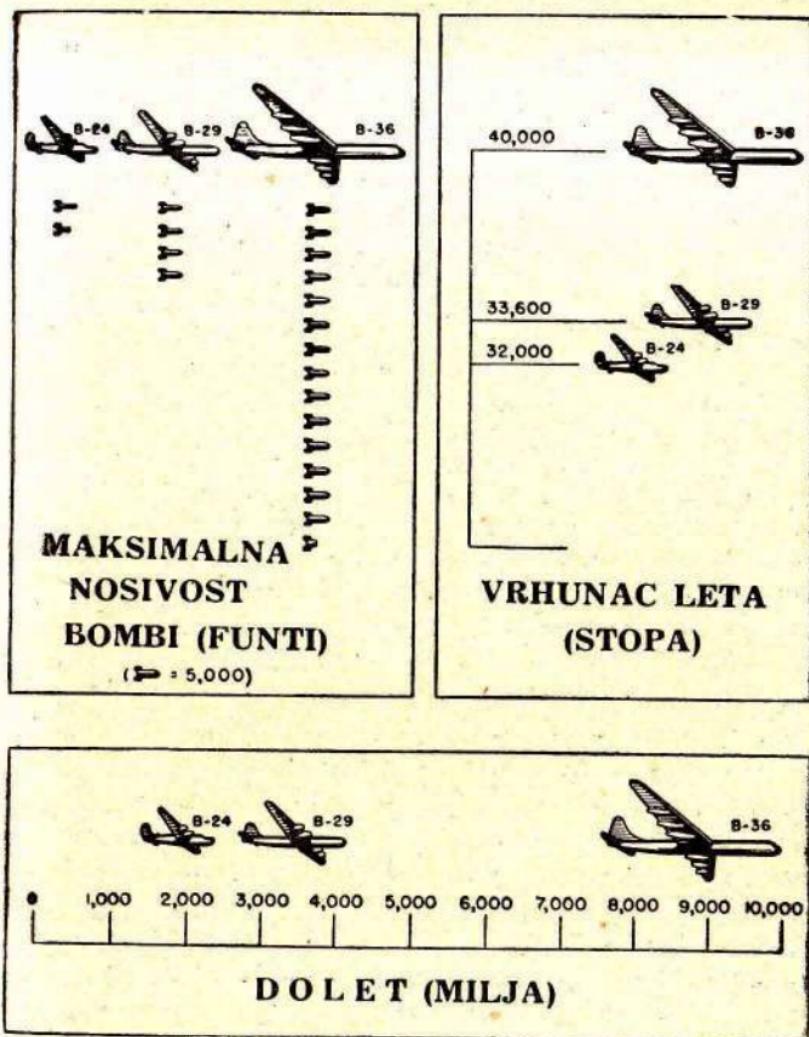
masovne proizvodnje, prema nezvaničnoj proceni dr Openhajmera, iznosila bi manje od 200 miliona dolara — što pretstavlja vrlo skromnu sumu u ratno vrijeme. Ako bi se takav program nastavio nekoliko dana ili nedjelja, potpuno bi se uništili svi industrijski centri Japanskog carstva. Slična sudbina bi zadesila Englesku da su Njemci dobili atomski eksploziv za njihova V-oružja.

Naši B-29 mogu preletjeti bez spuštanja razdaljinu preko 8.000 milja. Izgleda da postoji mogućnost da u skoroj budućnosti novi tipovi aviona postignu dolet od 10.000 milja u jednom pravcu. Strategiski značaj ovih činjenica postaje odmah jasan ako se na karti povuku radijusi. To znači da su, uz relativno beznačajne izuzetke, svi centri civilizacije sjeverne hemisfere na domaku razaranja od strane bilo koje veće nacije u toj hemisferi».

Nesumnjivo je da će se nastaviti sa znatnim poboljšanjem aviona. Oni će letjeti dalje, brže i na većoj visini nego ikada ranije (vidi sl. 4). Bombe i sprave za bombardovanje nastaviće sa poboljšavanjem razorne moći i tačnosti pogađanja. Protivavionske radarske sprave i elektronske protivmjere tim spravama znatno će se poboljšati iako je tendencija da jedna drugu izbace. Sve to, svakako, može da bude klasifikovano kao poboljšanje prije nego kao dalji razvitak i, ustvari, koliko je nama to danas poznato, neće izmijeniti koncepciju vazduhoplovstva.

Možda najveći potencijal novih otkrića koja će se pojaviti na sceni u skoroj budućnosti leži na području vođenih raketa. Ovi se kreću od malih projektila vazduhvazduh, koji se stavljuju na lovačke avione, do gigantskih projektila, punjenih atomskim eksplozivom, sa interkontinentalnim doletom. Postići će se veliki napredak na polju protivavionskih projektila koji mogu dovesti do toga da upotreba konvencionalnih tipova aviona za napade na gradove postane nedozvoljeno skupa. I obrnuto, novi razvitak projektila vazduh-zemlja može da učini takve napade nepotrebним.

Dok ovo pišemo ne izgleda da će novi razvitak materijalno mijenjati neke koncepcije na kojima je zasnovano moderno vazduhoplovstvo. Vazduhoplovstvo će i dalje posjedovati mogućnosti o kojima se ovdje govorilo i njegova ograničenja, mada će se materijalno smanjiti u pojedinim slučajevima, još će i dalje postojati. Doba rato-



Sl. 4 — Ogromna nosivost, vrhunac leta, i dolet našeg B-36, najvećeg svjetskog bombardera, pokazani su jasno na slikama. Ovaj šestomotorni avion može da nosi 10.000 funti bombi 10.000 milja, i može da prenese 72.000 funti (36 tona) bombi pri smanjenom doletu (fotografija vazduhoplovstva Sjedinjenih Država).

vanja »pritiskom na dugme« zasada je takođe daleko u budućnosti da bi se moglo sagledati kao nasljednik modernog vazdušnog ratovanja kakvo mi danas poznajemo.

2

METODI MODERNOG VAZDUŠNOG NAPADA

Zadaci i dejstva

U odnosu na zemaljske ciljeve razorna moć vazduhoplovstva je u njegovoj bombarderskoj i *jurišnoj* (lovačko-bombarderskoj) avijaciji. Bombarderi se uglavnom upotrebljavaju za strategiske zadatke protiv velikih i važnih ciljeva, kao što su gradovi i industriska postrojenja koja su od bitnog značaja za neprijateljski ratni napor, kada je cilj da se nanese veliko i masovno oštećenje. Za tu svrhu bombarderi mogu biti naoružani bombama različitih tipova, kao što su: eksplozivne, atomske, bakteriske, hemiske i zapaljive.

Lovačko-bombarderska (jurišna) avijacija se uglavnom upotrebljava za taktičke zadatke, za podršku kopnenih trupa, protiv neprijateljskih tenkova, transportnih sredstava koja su angažovana za snabdijevanje neprijateljskih kopnenih snaga i protiv pozadinskih ustanova u neprijateljskoj borbenoj zoni, koje podržavaju njegove armije u borbi. U tu svrhu su lovačko-bombarderski avioni snabdjeveni eksplozivnim raketama i malim, eksplozivnim i zapaljivim bombama, kao i lakin topovima koji gađaju protivoklopnim granatama malog kalibra. Lovačko-bombarderska avijacija može takođe da bude upotrijebljena u specijalnim operacijama protiv nekih strategiskih ciljeva koji mogu da budu napadnuti efikasno sa niskih visina malim, brzo letećim avionima. Za tu svrhu lovačko-bombarderski avioni mogu da budu naoružani hemiskim, zapaljivim i bakteriskim bombama, ili opremljeni aparatima koji rasipaju ova sredstva prskanjem.

Kada se bombarderi upotrebljavaju za zadatke na velikim daljinama protiv važnih strategiskih ciljeva, oni uglavnom lete u krupnim formacijama, na vrlo velikim visinama, obično uviјek iznad 40.000 stopa, tako da budu iznad efikasnog protivavionskog artiljeriskog dometa, i praćeni su lovačkim avionima za odbranu od neprijateljskih aviona presretača. Kada zadatak zahtijeva precizno bombardovanje, napad se uglavnom izvodi u toku dana, a kada zadatak traži površinsko bombardovanje jednog predjela, operacija se uglavnom izvodi po mraku. U svakom slučaju postavljeni cilj se sastoji u tome da se nanese maksimalno oštećenje vojnog potencijala. Iz tog razloga će, nesumnjivo, biti upotrijebljena najmasovnija sredstva za razaranje, a kada je namjera da se razore specijalni materijalni ciljevi, kao fabrike ratne opreme ili industriska postrojenja od bitne važnosti, biće upotrijebljene male atomske ili velike eksplozivne bombe. Za što veće oštećenje strategiskih prostorija, kao gradova, biće upotrijebljene velike atomske ili srednje eksplozivne i zapaljive bombe, ove dvije posljednje biće uglavnom upotrebljavane zajedno. Kako će, vjerovatno, snabdjevanje atomskim bombama biti relativno ograničeno, to će one biti korišćene samo protiv najznačajnijih ciljeva, a to su, po pravilu, veliki gradovi i industriska postrojenja koja se uglavnom nalaze u njima ili su tjesno pribijena uz gusto nastanjena gradska naselja.

Vojna sredstva vazdušnog napada

Na osnovu iskustva Drugog svjetskog rata smatra se da je jedna atomska bomba po razarajućem dejstvu ravna 20.000 tona brizantnog eksploziva, a nuklearni fizičari kažu da će hidrogenska bomba biti mnogo puta moćnija od nje. Otuda je sasvim jasno da je razarajuća moć atomske sredstava tako velika da, u poređenju sa brizantnim eksplozivima, pretstavlja potpuno nove veličine, čak samo i po udarnom dejstvu eksplozije. Ali to je samo dio njihovog opštег poražavajućeg dejstva kome se moraju dodati oštećenja širokih razmjera i povrede prouzroko-

vane njihovom jakom temperaturom i dejstvima radijacije. Snaga i ograničenja atomskih sredstava biće dalje razmatrane u gl. 7, ali, radi poređenja sa drugim vojnim sredstvima, mi ćemo ovdje navesti izvjesne zaključke objavljene na strani 33 *Pregleda američkog strategiskog bombardovanja*, koji je zasnovan na brižljivoj analizi ispitanih dejstava dveju atomskih bombi bačenih u avgustu 1945 na Hirošimu i Nagasaki:

»Na osnovu poznate razornosti različitih bombi, izračunate iz rata u Evropi i na Pacifiku, kao i na probama, u Pregledu je procijenjena udarna snaga koja bi bila potrebna da se postigne isto razaranje kao u Hirošimi i Nagasakiju. Da bi se izazvalo fizičko oštećenje ekvivalentno onome koje je izazvano atomskim bombama, bilo bi potrebno približno 1.300 tona bombi za Hirošimu (od čega 1/4 eksplozivnih i 3/4 zapaljivih) i 600 tona za Nagasaki (od čega 3/4 eksplozivnih i 1/4 zapaljivih) — u predjelu cilja. Da bi se bacilo tako mnogo bombi u predjelu cilja, u dnevним napadima pod, uglavnom, istim uslovima vremena i neprijateljskog otpora koji su vladali kada su atomske bombe bile bačene, procjenjeno je da bi bilo potrebno da bude bačeno na Hirošimu 1.600, a na Nagasaki 900 tona bombi. Ovom tovaru bombi trebalo bi dodati i broj tona rasprskavajućih bombi protiv živih ciljeva da bi se nanijeli odgovarajući gubici. Tako bi se dodalo oko 500 tona za Hirošimu i 300 tona za Nagasaki. Na taj način bi cijelokupna težina bombi iznosila za Hirošimu 2.100 tona (400 tona eksplozivnih, 1.200 tona zapaljivih bombi), a za Nagasaki 1.200 tona (675 eksplozivnih, 225 tona zapaljivih bombi). Ako bi svaki avion nosio 10 tona, napadna snaga zahtijevala bi 210 bombardera B-29 za Hirošimu, a 120 bombardera B-29 za Nagasaki.

Trebalo bi ipak imati u vidu da oštećena površina u Nagasakiju ne pretstavlja punu potencijalnu efikasnost atomske bombe koja je tamo upotrijebljena. Oštećenje je ograničeno usled malog obima prilično odvojenog dijela grada nad kojim je bomba eksplodirala. Da je cilj bio dovoljno velik, i da četvrti nisu bile zaštićene brežuljcima, oštećena površina bi bila otprilike pet puta veća. Ekvivalentan teret bombi koji bi odgovarao destruktivnoj moći bombe Nagasakija, a ne kao po nepotpunim rezultatima koji su tamo dobijeni, približno bi iznosio 2.200 tona eksplozivnih i zapaljivih bombi za fizičko oštećenje, plus 500 tona rasprskavajućih bombi za nanošenje žrtava, ukupno 270 bombardera B-29, sa po 10 tona svaki.

Ovo poređenje pokazuje ne samo razmjere razaranja iz jednog jedinog koncentrisanog izvora, nego i ranije neviđeni procent žrtava nastao kombinacijom vatre, udara i gama-zrakova iz lančane reakcije.«

Iz svega što je gore rečeno proizilazi jasno da atomska sredstva sačinjavaju krajnju opasnost za naše civilno stanovništvo u svakom budućem ratu u kome će naši gradovi biti napadani iz vazduha.

Poslije atomskih sredstava, koja će na sreću za čovječanstvo biti, vjerovatno, dostupna samo u relativno ograničenim količinama za dogledno vrijeme, sljedeću najozbiljniju dokazanu opasnost za civilno stanovništvo u budućem ratu pretstavlja vazdušni napad eksplozivnim i zapaljivim sredstvima. Ako se posmatraju odvojeno, teško je reći koje od ova dva sredstva pretstavlja danas jače razarajuće sredstvo kada se upotrijebi protiv gradova i industriskih postrojenja.

Većina vazdušnih napada, sa obe strane, na početku Drugog svjetskog rata, bila je izvršena eksplozivnim bombama. Ipak su Njemci, od prvih ljetnih dana 1940 godine, počeli upotrebljavati zapaljive bombe u napadima na London i druge gradove u Engleskoj. Ozbiljnost ovih napada zapaljivim bombama povećala se u toku 1940 godine i postigla kulminacionu tačku u napadima širokih razmjera za vrijeme božićne nedjelje, kada su potpuno izgorjele široke površine u centralnom Londonu i kada je naneseno najozbiljnije oštećenje od svih napada na taj grad u toku rata. Ovo iskustvo je nepobitno dokazalo izvanrednu efikasnost zapaljivih sredstava kao sredstava potpunog razaranja. Kasnije su britanski napadi zapaljivim bombama na Hamburg, Berlin i druge njemačke gradove, kao i slične naše operacije protiv japanskih gradova, dalje potvrdile važnost zapaljivih bombi kao značajnog oružja u vazdušnom napadu. Rušenje manje od 20 procenata svih zgrada bilo je samo u izvjesnom broju bombardovanih gradova, dok je u nekim gradovima u Japanu rušenje iznosilo iznad 90 procenata, od čega je većina bila prouzrokovana požarom.

U ogromnoj većini ovih napada zapaljivim bombama bile su, takođe, istovremeno upotrebljavane i eksplozivne bombe, sa namjerom da se zgrade u području cilja učine što osjetljivijim za dejstvo zapaljivih bombi, te da se sprijeći dejstvo vatrogasne odbrane prekidanjem vodo-

voda i sprečavanjem pristupa požaru. Stoga je u procjenjivanju štete koju su nanela ova kombinovana sredstva teško odijeliti onu koja je prouzrokovana eksplozivnim od one prouzrokovane zapaljivim bombama. Ipak, na bazi relativnog broja razorenih zgrada požarom, u poređenju sa onima koje su razrušene eksplozijom, jasno je da je daleko veći dio opštег oštećenja prouzrokovani zapaljivim bombama.

Razlika u razaranju eksplozivnim i zapaljivim sredstvima zavisi, u izvjesnom stepenu, od dominirajućeg tipa konstrukcija zgrada. Ako je većina zgrada napravljena od kamena, cigala ili betonske konstrukcije, onda će eksplozivna sredstva biti daleko razornija od zapaljivih. Sa druge strane, ako je većina zgrada od drveta, čatme ili drugog više ili manje zapaljivog materijala, zapaljive bombe će biti mnogo efikasnije za njihovo razaranje. Kako izgledaju američki gradovi u upoređenju sa evropskim i japanskim u pogledu ova dva tipa zgrada?

Prema 16-tom popisu Sjedinjenih Država, službeno objavljenom (1940), od ukupno 1.503.163 zgrade u pet naših najvećih gradova (Njujork, Čikago, Detroit i San Francisko) bilo je, u poređenju sa zgradama od cigala ili drugog materijala koji je više ili manje otporan prema požaru, 739.705 zgrada ili skoro polovina svih zgrada, od drvene ili štukатурne konstrukcije. U malim gradovima procenat zgrada od drveta i maltera je znatno veći. Otuda proizilazi da su naši gradovi bliži japanskim nego evropskim, u pogledu osjetljivosti od zapaljivih bombi. Iako će u budućem ratu eksplozivne i zapaljive bombe nesumnjivo biti istovremeno upotrebljavane u vazdušnim napadima na gradove, kao i u Drugom svjetskom ratu, ipak izlazi da se moramo više plašiti od zapaljivih nego od eksplozivnih bombi.

Ako se osvrnemo na druge metode modernog ratičvanja, još nekorišćene protiv civilnog stanovništva, koje su onda glavne opasnosti koje danas ugrožavaju svijet? Nesumnjivo, danas su dva oružja od najpotencijalnije opasnosti: hemiska sredstva i bakterije.

Iako bojni otrov nije bio upotrijebljen u Drugom svjetskom ratu, znamo iz iskustva Prvog svjetskog rata

kako je bio efikasan čak i protiv vojnog ljudstva koje je bilo opremljeno gasmaskama i zaštitnim odijelima i koje je bilo obučeno u tehnici odbrane od bojnih otrova. Bez obzira na to što je hemiski rat bio u povoju u Prvom svjetskom ratu, a način i sredstva njegove primjene bili prosti i relativno neefikasni, ipak je bojni otrov u artiljeriskoj granati bio, kilo prema kilu, četiri do pet puta efikasniji od eksploziva. Kao što će se vidjeti u četvrtoj glavi, bojni otrov će biti mnogo efikasniji ako se bude upotrebljavao u avionskim bombama i priborima za prskanje nego u artiljeriskim granatama, a novi bojni otrovi koji su otkriveni poslije Prvog svjetskog rata mnogo su moćniji od onih koji su upotrebljavani u tom ratu. Mi, takođe, znamo da bojni otrov osim svog fiziološkog dejstva ima snažno psihološko dejstvo, naročito na neprosvećeno i nepripremljeno civilno stanovništvo. Iz ovih razmatranja se može zaključiti da napadi iz vazduha bojnim otrovom na naše gradove mogu odmah da izazovu paniku i strašnu katastrofu kod našeg civilnog stanovništva, ukoliko se ne preduzmu efikasne mјere da se ono pripremi za tu opasnost.

Pošto bakterije još nisu bile upotrijebljene kao sredstvo za ratovanje, nemamo iskustva na osnovu koga bismo cijenili njihovu moguću efikasnost. Ipak, tačno poznajemo ogromna smrtonosna i onesposobljavajuća dejstva koja su prouzrokovale kuga, influenca i druge epidemije zaraznih bolesti koje su se u prošlosti pojavljivale usled prirodnih uzroka, tako da nije teško da se prepostavite rezultati do kojih bi dovelo široko rasipanje virulentnih zaraznih bakterija među civilnim stanovništvom u našim gusto nastanjеним gradskim naseljima. Kada je ratovanje klicama prvi put ispitivano kao mogućnost u Prvom svjetskom ratu, došlo se do zaključka da to ne bi bilo svršishodno usled tehničkih poteškoća u odgajivanju i čuvanju velikih količina smrtonosnih bakterija, u punjenju bombi i granata tim bakterijama, u tome da se one održe u životu sve do upotrebe takvih projektila, kao i u tome da bakterije pri rasipanju iz bombi i granata ne budu ubijene. Međutim, danas to više nije jednodušno stručno mišljenje zahvaljujući intenzivnom radu na tom predmetu poslije

Prvog svjetskog rata koji su izvršile neke vodeće svjetske sile, naročito Njemačka i Japan. Danas je jasno da su, prije Drugog svjetskog rata, Njemačka i Japan ne samo riješile tehničke poteškoće oko upotrebe bakterija u ratu, već isto tako bile pripremljene da upotrijebe ovo novo i mračno oružje ako to i kada to situacija bude dozvoljavala. Moguće je da bakterije, kao i bojni otrovi, nisu bile upotrijebljene zbog straha od odmazde, ali ne možemo biti sigurni da će to biti slučaj i u budućim ratovima.

Pošto su bojni otrovi i bakterije efikasni samo protiv ljudstva, potrebno je, da bi se postigli najbolji rezultati, da budu rasuti u relativno malim količinama iznad prostranih površina, a najopasniji su u iznenadnim napadima, kada će ogroman broj ljudi biti zatečen na otvorenom prostoru, prije nego što dospije do skloništa ili upotrijebi druga sredstva zaštite. Iz ovih razmatranja proizilazi da bi noćni napadi, sa malih visina, malim brzim avionima, tj. lovačko-bombarderskom avijacijom, pretstavljali najvjerovatniji način upotrebe. Uslijed toga bi male bombe ili prskalice bile vrlo efikasne, a izbor će zavisiti od lokalnih uslova iznad područja cilja. Koncentracije hemiskih sredstava i bakterija mogu se ravnomjernije rasuti iznad područja cilja rasprskavanjem, čime se otežava neutralisanje dekontaminacionim sredstvima. Sa druge strane, koncentracije izvršene bombama jače su unutar prostorije koju okružavaju tačke eksplozija i biće opasnije za ljudstvo koje se bude nalazilo u njihovoј neposrednoj blizini. Prema tome, za opšte zatrovanje otvorenih površina bila bi prskanja vjerovatno efikasnija od bombi, a za gusto nastanjena područja pogodnije su bombe, naročito ako bi mogle probiti krovove kuća.

Pošto je iznenađenje jedan od glavnih elemenata za upotrebu bojnog otrova i možda, takođe, do izvjesne mjere i kod napada sa bakterijama, takvi napadi će se vjerovatno vršiti malim, brzo letećim lovačko-bombarderskim avionima u malim formacijama, sa vrlo niskih visina i pod zaštitom mraka. Čak i sa radarskim detektorima takve napade je teško otkriti na vrijeme da bi se dala odgovarajuća ubzuna prije nego što lovačko-bombarderski avioni budu iznad svojih ciljeva, a još je teže

sprečavanje takvih naleta, zato što su oni ispod efikasnog dohvata protivavionske artiljerije i većina će ih nesumnjivo stići na ciljeve prije nego što ih lovci presretači budu našli i zaustavili.

Drugi način napada na gradove sa hemiskim i bakteriološkim sredstvima jeste napad pomoću raketnih bombi, sa dugim doletom kao što su njemački V-1 i V-2, koje su upotrebljavane protiv Engleske u Drugom svjetskom ratu. Ova oružja nisu bila dovoljno precizna za upotrebu protiv specijalnih ciljeva, kao što su fabrike opreme ili industriska postrojenja od životnog značaja, ali su bila vrlo efikasna za napad na ciljeve sa velikim površinama, kao što su gradovi, i vjerovatno je da bi njemačke V-1 i V-2 bile mnogo efikasnije protiv civilnog stanovništva u Londonu da su bile punjene bojnim otrovom ili bakterijama umjesto eksplozivima. Kilogram bojnog otrova u stanju je da prouzrokuje žrtve na mnogo većoj površini nego kilogram eksploziva, a uz to on izaziva ogromno demoralijuće psihološko dejstvo kod civilnog stanovništva. Isto to je, vjerovatno, tačno i za bakteriološka sredstva. Da bi se poboljšao dolet i tačnost njemačkih V-1 i V-2 bombi učinjen je veliki napor poslije Drugog svjetskog rata da se izgrade avioni bez pilota koji bi se mogli usmjeravati ka specijalnim ciljevima radarskim upravljanjem na daljinu. Iako se dosada nije došlo do zadovoljavajućeg stepena, vjerovatno neće proći dugo prije nego što takvi avioni budu na raspolaganju da još više ojačaju već i onako kolosalnu moć vazdušnog napada. Zbog njihovog mnogo većeg doleta i tačnosti, avioni bez pilota, natovareni eksplozivom, mogu biti daleko efikasniji od V-1 i V-2 bombi za razaranje specijalnih materijalnih ciljeva, pa čak i ako ne postignu takav stepen tačnosti, oni će ipak biti izvanredno efikasni u hemiskom i bakteriološkom napadu na gradove.

Balistika bombi

Prije nego što razmotrimo prirodu, funkcionisanje i dejstva različitih tipova vojnih sredstava koja mogu biti upotrijebljena u bombama, o kojima se govori u glavama

Tablica 1. — BALISTIKA AVIONSKIH BOMBI (na bazi bombe od 2000 funti)

Visina, stopa ^{a)}	Horizontalni dolet, stopa ^{a)}	Ugao pada, stepeni ^{b)}	Vrijeme leta, sek ^{c)}	Udarna br- zina, stopa u sek ^{d)}	Srednja po- greška do- leta, stopa ^{e)}
Bačena iz aviona koji leti 200 milja na čas					
1.000	2.260	39,0	7,91	380	15,0
5.000	5.000	63,4	17,53	610	32,5
10.000	7.000	70,6	24,50	800	50,0
15.000	8.500	74,8	29,30	925	70,0
20.000	10.000	77,0	34,10	1.010	90,0
25.000	11.000	78,2	39,20	1.060	110,00
30.000	12.000	80,0	44,50	1.100	130,00
35.000	13.200	80,8	49,90	1.120	150,00
Bačena iz aviona koji leti 400 milja na čas					
1.000	4.800	15,0	7,95	610	15,0
5.000	10.200	46,0	17,73	740	32,5
10.000	14.200	56,0	24,80	870	50,0
15.000	17.000	62,0	29,54	980	70,0
20.000	19.600	66,0	34,42	1.050	90,0
25.000	21.900	69,0	39,80	1.090	110,00
30.000	24.000	71,0	44,50	1.110	130,00
35.000	25.800	72,5	50,40	1.120	150,00

a) Vrijednosti nisu za vjetar i tačne su približno u granicama do 3 procenta

b) Vrijednosti nisu za vjetar i tačne su približno do 1 procenta

c) Vrijednosti nisu za vjetar i tačne su približno do 2 procenta

d) Vrijednosti nisu za vjetar i tačne su približno do 5 procenta

e) Srednja balistička pogreška u otstupanju biće približna pogrešci doleta, ukoliko su bombe pravilno bačene.

3 do 7, korisno je da se upoznamo sa izvjesnim balističkim karakteristikama bombi uopšte.

Balističke karakteristike. Tabela 1 pokazuje balističke karakteristike bombi, bazirane na bombama od 2.000 funti, kada se bacaju sa različitim visinama iz aviona koji lete brzinom između 200 i 400 milja na sat. Pošto svi moderni bombarderi lete brzinom između 200 i 400 milja na sat, pokazane cifre u tabeli mogu biti smatrane kao tipične vrijednosti za označene balističke karakteristike.

Eksplozija bombi

Tip eksplozije. Zavisno od njihove namjene i vrste vojnog sredstva koje sadrže, bombe su uopšte pripremljene da eksplodiraju: 1) iznad zemlje na različitim visinama, 2) na površini zemlje i 3) ispod površine zemlje ili vode. Uopšte, upotrebljavaju se sljedeći tipovi eksplozija sa različitim vrstama bombi, kao:

Eksplozija iznad zemlje (iznad područja cilja):

1. — Atomske bombe, na izabranim visinama iznad područja cilja, zavisno od karaktera cilja.

Eksplozija na površini zemlje (u dodiru sa ciljem):

1. — *Eksplozivne rasprskavajuće bombe*, upotrebljavaju se uopšte protiv nezaklonjenog ljudstva.

2. — *Hemiske bombe* (bojni otrovi ili dim); bojni otrov se upotrebljava da ubije ili da onesposobi ljudstvo i da zatruje površinu; dim se upotrebljava da prikrije površinu od neprijateljskog osmatranja sa zemlje i iz vazduha.

3. — *Bakteriske bombe*, upotrebljavaju se da ubiju ili onesposobe ljudstvo i da zaraze prostoriju.

Eksplozija ispod površine zemlje (pošto probije cilj):

1. — *Eksplozivne bombe* — razorne i opšte namene, upotrebljavaju se za masovno rušenje zgrada i materijalnih ciljeva.

2. — *Zapaljive bombe*, upotrebljavaju se da zapale zgrade i materijalne ciljeve i da opeku ljudstvo.

3. — Atomske bombe, kada se upotrebljavaju za podvodne eksplozije.

Tip eksplozije se odabira, kao što je gore označeno, sa namjerom da se za postavljeni cilj osigura najveća efikasnost. Na taj način, glavna namjena velikih eksplozivnih bombi sastoji se u tome da se zgrade i postrojenja razore eksplozijom ili probijanjem. Efekat je najveći onda kada bomba prodre u cilj i eksplodira u ograničenom prostoru. Kod višespratnica eksplozivna bomba je najrazornija onda kada eksplodira u blizini prizemlja ili temelja, tj. pošto probije sve spratove. Ako je bomba promašila zgradu, najefikasnija je ako eksplodira poslije prodora u zemlju do maksimalne dubine, kada proizvodi svoje najjače podzemno ili minsko dejstvo. Zapaljive bombe su najefikasnije, kao i velike eksplozivne, onda kada eksplodiraju upravo u sredini svojih ciljeva, naročito zgrada. Za njih nije potrebno da prodrnu do granice eksplozivne bombe, ali u najmanju ruku moraju probiti bar krov zgrade prije nego što eksplodiraju. Uopšte, zapaljive bombe koje promaše zgrade nisu efikasne ako se ne dogodi da padnu u zapaljiv materijal na otvorenom polju.

Sa druge strane, eksplozivne rasprskavajuće bombe su najefikasnije kada eksplodiraju na površini zemlje, tako da njihova parčad pokriju maksimalnu površinu i na taj način pogode najveći broj ljudstva. Slično tome, hemiske (bojni otrovi ili dim) i bakterijske bombe su najefikasnije kada eksplodiraju na površini zemlje i kada tu izruče svoju sadržinu, bilo da je rasprskaju preko velike površine na zemlji, bilo da je u vidu oblaka rasprostranju u blizini zemlje. Uopšte, hemiska sredstva i bakterije koje su ubaćene u zemlju gube znatan dio svoje efikasnosti, a isto to važi i u slučaju ako su izbaćene ili oslobođene suviše visoko u zraku, te ih vjetar brzo rasturi i one ne dođu u kontakt sa ljudstvom. Mada su postojani bojni otrovi i neke vrste bakterija manje ili više sposobni da zatruju teren ako nisu zariveni suviše duboko ispod površine, ipak oni nisu ni približno toliko efikasni kao onda kada se raspu iznad površine zemlje.

Atomske bombe su najefikasnije protiv zemaljskih ciljeva kada eksplodiraju upravo iznad područja cilja,

ali ipak ne tako visoko da izgube svoj udar, topotu i radioaktivno dejstvo. Uopšte, ukoliko je veća visina eksplozije, utoliko je veća napadnuta površina, ali su utoliko manja dejstva po jedinici površine. Protiv ciljeva u vodi atomske bombe su najefikasnije onda kada eksplodiraju upravo ispod površine vode, ali ne tako duboko da izgube svoj udar i dejstvo radijacije.

Visina na kojoj bomba eksplodira određena je vrstom upotrijebljenog upaljača. Eksplozije u vazduhu se uglavnom izazivaju vremenskim upaljačem koji stupa u dejstvo poslije isticanja određenog vremena od momenta kada je bomba izbačena iz aviona. Vrijeme koje je potrebno bombi da padne sa date visine može se lako odrediti na osnovu njenih balističkih karakteristika. Ako željenu visinu eksplozije oduzmemo od visine sa koje je bomba izbačena, može se učiniti da bomba eksplodira na datoј visini ako se tempira vremenski upaljač tako da stupi u dejstvo onda kada se pređe rastojanje koje je ravno razlici između visine bacanja bombe i izabrane visine eksplozije.

Površinske eksplozije se izazivaju udarnim upaljačem takozvanog trenutnog ili superbrzog tipa. Ovi upaljači dejstvuju u malom dijelu sekunde čim dodu u dodir sa tlom, što izaziva eksploziju koja rastura sadržinu bombe neposredno iznad zemljišta.

Podzemne eksplozije se izazivaju udarnim upaljačem sa usporenjem koji stupa u dejstvo poslije određenog broja sekundi od momenta kada se dodirnulo tle. To omogućava bombi da prodre do željene dubine prije nego što eksplodira.

Prskanje

Osim bombi, mogu i hemiska, zapaljiva i vjerovatno bakteriološka sredstva da budu upotrijebljena protiv gradova i važnih industrijskih predjela u obliku prskanja iz niskoletećih (koji preskaču preko ograda) lovačko-bombarderskih aviona. Kada su tekućine isprskane u zraku, one brzo ispare i zbog toga je neophodno da te-

kućina bude izbačena što je moguće bliže zemlji da bi se izbjegli suvišni gubici od isparavanja. Idealna visina za prskanje je od 50 do 100 jardi iznad zemlje, zbog toga gradovi sa velikim zgradama, gusto pribijenim jedna uz drugu, pretstavljaju nepovoljne ciljeve za prskanje i vjerovatno je da će se hemiski napadati bombama. Sa druge strane, velike otvorene površine, kao što su željezničke stanice, luke i industrijske četvrti na perifernim dijelovima grada, pretstavljaju odabранe ciljeve za napad prskanjem.

3

EKSPLOZIVNA SREDSTVA

Fenomen eksplozije

Da bi se razumjela dejstva izazvana eksplozivnim bombama, neophodno je da se nešto zna o prirodi brizantnih eksploziva i o redosledu događaja kada takva bomba eksplodira, tj. o fenomenu eksplozije. Studiranje konvencionalnih eksplozija pomaže, takođe, da se izvjesna dejstva atomske bombe shvate jednostavnije. Eksplozija može da se definiše kao oslobođanje ogromne količine energije u vrlo kratkom vremenu iz vrlo malog volumena materije. Najveći dio energije oslobođa se eksplozijom prvo u obliku toplote koja predaje vrlo veliku kinetičku energiju molekulima i atomima eksploziva. Obične eksplozije izazvane su vrlo brzom hemiskom akcijom. U izvjesnim slučajevima veliki molekuli eksplozivne materije cijepaju se na manje molekule, a u drugim slučajevima vrši se spajanje manjih molekula ili pregrupisavanje atoma unutar sastavnih dijelova materije. U svakom slučaju reakcija je egzotermična, tj. pojavljuje se u obliku toplote i energije.

Eksplozija je, u osnovi, brzo sagorijevanje i u hemiskom pogledu ne postoji oštra granica između ta dva fenomena. Velika razlika u fizičkom dejstvu između eksplozije i sagorijevanja dolazi uglavnom od brzine hemiske reakcije. Tako, mala količina benzina koja sagori na otvorenom prostoru ne proizvodi eksploziju, ali brzo sagorijevanje istog benzina i vazdušne smješte u cilindru motora stvara malu eksploziju. Sagorijevanje pretstavlja hemisko sjedinjavanje izvjesne supstance sa

kiseonikom, a pri prostom sagorijevanju kiseonik se dobija iz okolne atmosfere. Međutim, kod eksplozije kiseonik obično daje samo eksplozivna supstanca.

Priroda eksploziva. Eksplozivna supstanca je, govorči uopšteno, svaka materija ili kombinacija materija, koje su sposobne da oslobođaju energiju putem eksplozije, kako je to ranije opisano. Eksplozivi za vojne svrhe moraju imati dvije posebne karakteristike:

1. — Moraju biti sami po sebi dovoljni, tj. moraju sadržavati sve elemente (uključujući kiseonik) neophodne za hemisku reakciju eksplozije. U crnom barutu, npr., kiseonik za sagorijevanje daje jedan od sastavnih dijelova smješe (kalijev nitrat, KNO_3).

2. — Svi proizvodi hemiske reakcije moraju da budu gasoviti, uslijed toga što upravo gas, koji se širi, prenosi snagu eksplozije na okolnu sredinu, a svaki čvrsti proizvod je neefikasan za tu svrhu.

Iako vojni eksploziv mora da bude sam po sebi dovoljan, potreban je i izazivač u obliku varnice ili oštrog udara itd., da bi se izazvala eksplozija, i neophodno je da eksploziv bude smješten u čvrstom spremištu sa debelim zidovima da bi se izazvala reakcija maksimalnog procenta eksplozivnog punjenja prije nego što oslobođena energija raznese u zrak eksplozivnu masu. Prema brzini pretvaranja iz čvrstog u gasovito stanje eksplozivi se dijele na impulzivne i brizantne. Impulzivni eksploziv se mijenja u procesu brzog sagorijevanja, dok brizantni eksploziv dejstvuje na mnogo brži način, poznat kao »detonacija«. Tako je, za eksploziju impulzivnog eksploziva, kao što je bezdimni barut (koji se upotrebljava kao punjenje kod artiljeriskih granata), potrebno 1/30 dijela sekunda, dok je za detonaciju brizantnog eksploziva, kao što je trinitrotoluol (TNT), kojim je napunjena bomba, potrebno 1/10.000 dijela sekunda.

Definicija eksplozivnog sredstva. Na osnovu onoga što je ranije rečeno možemo da definišemo visokoeksplozivno sredstvo kao supstancu samu po sebi dovoljnu da se promijeni gotovo trenutno (detonacijom) u vrlo veliku količinu gasa sa vrlo visokom temperaturom i pritiskom, kada je podvrgnuto toploti i udaru ili udaru; vreo kom-

primiran gas širi se i lomi sud snagom koja zavisi prvenstveno od kolicine gasa po jedinici težine eksploziva i brzine kojom se čvrst eksploziv pretvara u gas.

Eksplozivni faktor. Razorno dejstvo eksploziva ne zavisi tako mnogo od njegove potencijalne energije koliko od izvanredne brzine kojom je ta energija razvijena. Tako je potiskivanje karakteristično dejstvo impulzivnog eksploziva, dok je kod brizantnog eksploziva karakteristično razbijanje, cijepanje. Razorna moć, ili *brizantnost*, kod brizantnog eksploziva je proizvod njegove težine po jedinici zapremine (gustine), zapremine gasa po jedinici težine, proizvedene topote po jedinici težine i brzine detonacije. *Brizantnost* eksplozije mjeri se na bazi udarne snage standardnog crnog baruta, a broj koji pokazuje koliko puta ta snaga eksploziva prevazilazi snagu crnog baruta naziva se »eksplozivni faktor«. Eksplozivni faktori brizantnih eksploziva koji se upotrebljavaju za vojna dejstva uglavnom variraju između 2,5 i 3. Ovaj se faktor upotrebljava za proračune dejstava eksplozije.

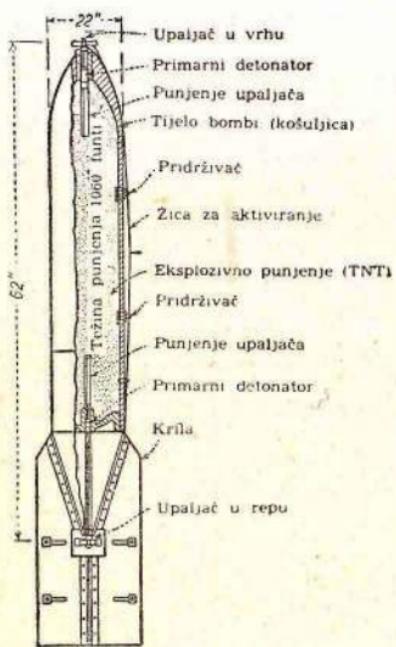
Tipovi eksplozivnih bombi

U vazdušnom napadu na gradove i industrijska postrojenja, eksplozivna sredstva se koriste jedino u obliku bombi.

Postoje tri osnovna tipa eksplozivnih bombi koje su danas u upotrebi: razorne bombe, bombe za opšte svrhe i rasprskavajuće bombe. Sve su punjene brizantnim eksplozivom, koji varira od oko 40% cjelokupne težine bombe kod malih rasprskavajućih bombi, a približno 60% kod velikih bombi za razaranje (v. sl. 5 do 7).

Kao što samo ime kazuje, *razorne bombe* su namenjene za razaranje masivnih ciljeva teške konstrukcije. One variraju po veličini od 1.000 do 20.000 funti (10 tona), a najčešće se upotrebljavaju one od 1 i 2 tone. Pošto čak teški bombarderi (B-29) mogu da nose samo jednu 10-tonsku ili dvije 5-tonске razorne bombe, njihova upotreba je ograničena u poređenju sa manjim tipovima i zato su rezervisane za specijalne ciljeve velikog obima i

snage, kao što su masivni mostovi, kanalske ustave, brane i velike zgrade. Specijalna forma razorne bombe, tako-zvana »protivoklopna«, upotrebljava se za najotpornije vrste ciljeva, kao što su oklopljeni borbeni tenkovi, bojni brodovi i teške građevine od armiranog betona (v. sl. 5).



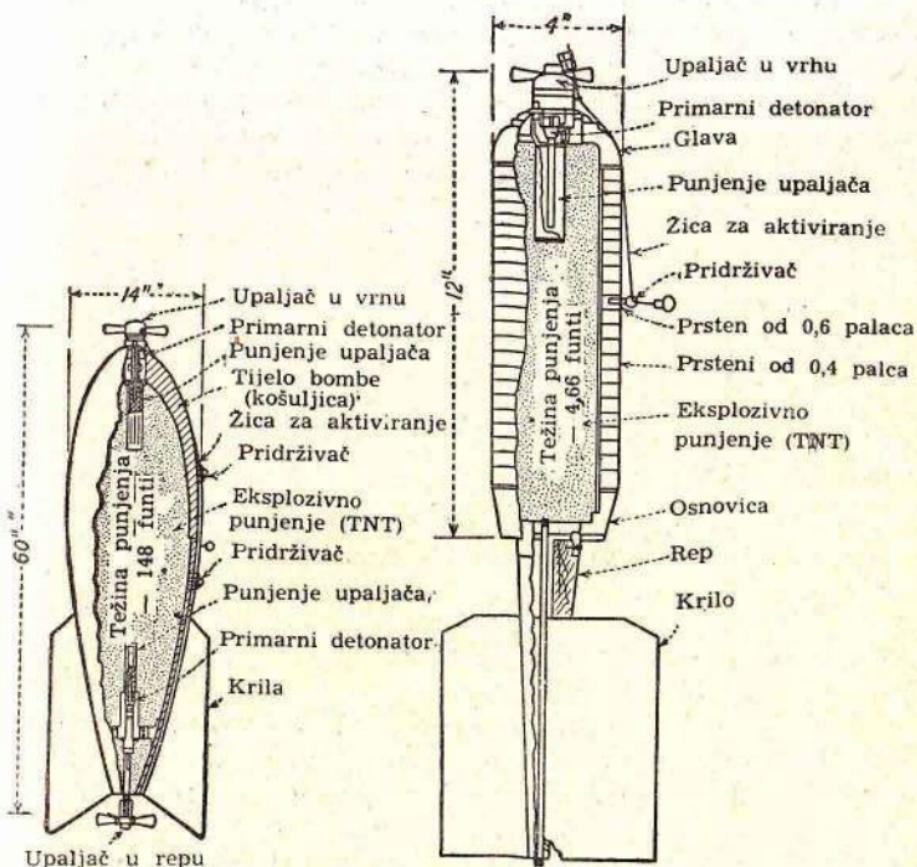
Sl. 5 — Razorna bomba
(2.000 funti)

Bomba za opšte svrhe je srednje veličine i srednje težine (100 do 2.000 funti); može da bude upotrijebljena sa upaljačem sa ili bez usporenja. Takve bombe će probiti gornje spratove običnih zgrada i eksplodirati prouzrokujući unutar njih znatne štete, ili mogu razoriti nezaštićene zgrade svojim udarnim dejstvom eksplozije ako eksplodiraju na zemlji u blizini zgrade. Pošto su ove bombe namijenjene da svoje najjače dejstvo izazivaju uglavnom udarom, to su neefikasne protiv specijalno zaštićenih ili dubokih ciljeva. Kako prosečni

bombarder može da nosi 100 bombi od 100 funti, ili 20 bombi od 500 funti, za opšte svrhe, umjesto dvije petotonoske ili jedne desetotonoske razorne bombe, a kako su prve efikasne protiv mnogo raznovrsnijih ciljeva, to one predstavljaju tipove koji se najčešće koriste za obične bombarderske zadatke (v. sl. 6).

Rasprskavajuća bomba je mala bomba, koja obično varira u težini od 25 do 250 funti; namijenjena je prvenstveno za napade na ljudstvo. Takve bombe proizvode svoje dejstvo prvenstveno parčićima koji se razlete iznad vrlo velike površine, a imaju vrlo ograničeno udarno dejstvo. Rasprskavajuće bombe imaju tanku košuljicu i snabdjevene su trenutnim upaljačem, pošto kod njih

probijanje u dubinu nije potrebno; one imaju malu probojnu moć, izuzev na bliskom otstojanju, tako da čak i mali zaklon pruža znatnu zaštitu od njih. One se uglavnom koriste u velikim količinama protiv nezaštićenog ljudstva (v. sl. 7.).



Sl. 6 — Bomba za opštu namenu (500 funti)

Sl. 7 — Rasprskavajuća bomba (25 funti)

Razorna snaga eksplozivnih bombi

Razorna snaga eksplozivne bombe je ukupan rezultat mnogih njenih dejstava koja su proizvedena u približno sledećem redu: 1) udar, 2) probaj, 3) eksplozija, 4) ra-

sprskavanje, 5) iskopavanje levka i 6) minsko dejstvo. Mada su ovi uzastopni stepeni različiti sa stanovišta izučavanja i procjenjivanja, mora se imati na umu da se oni događaju gotovo istovremeno, tako da se njihova dejstva ne mogu izračunavati odvojeno.

Udar. Kada bačena bomba udari u cilj, naročito u zgradu ili postrojenje, njeno prvo dejstvo sastoji se u tome što izaziva iznenadno opterećenje građevine koje dolazi od zadržavanja bombe otpornom snagom građevine. Pritisak koji trpi građevina tim zadržavanjem zavisi od kinetičke energije bombe i izražava se formulom

$$K = \frac{W V^2}{2g}$$

gdje je K = kinetička energija, u stopa-funtama,

W = cijelokupna težina bombe, u funtama,

V = udarna brzina, u stopama na sekund,

g = ubrzanje zemljine teže, u stopama na sekund na kvadrat = 32,2.

Bomba težine 1.000 funti sa udarnom brzinom od 1.000 stopa u sekundu razvija kinetičku energiju od

$$\frac{1.000 \times 1.000^2}{2 \times 32,2} = 15,000.000 + \text{stopa — funti.}$$

Ako se takva bomba zaustavi pošto je probila ojačanu betonsku ploču u dubini od jedne stope, ona je predala ploči udar od 15,000.000 funti. Može se smatrati da se raspodjela ove udarne težine vrši na vrhu konusa od 90°.

Proboj. Šteta koju nanosi eksplozivna bomba zavisi u znatnoj mjeri od dubine do koje ona probije u cilj prije nego što dođe do eksplozije. Ovo nije samo zbog toga što se tako kombinuju dejstva udara i eksplozije, nego prije svega zbog toga što su pri proboru eksplozivni gasovi zbijeni te time proizvode veće razorno dejstvo.

Mnogo vremena i napora bilo je utrošeno u pokusajima da se izradi tačna formula pomoću koje bi se izračila dubina do koje će probiti dati projektil u različite

materije. Za praktične svrhe je najjednostavnija i najbolja sledeća formula koju je izradio Petri (Petry)³⁾:

$$S = K \times \frac{W}{d^2} \times f(V)$$

gdje je: S = dubina probijanja, u metrima,

K = konstanta,

W = težina projektila, u kilogramima,

d = prečnik projektila, u santimetrima,

$f(V)$ = funkcija udarne brzine V .

Koeficijent K ima vrijednost datu u sljedećoj tablici:

Materija	K	Materija	K
meko tle	5,87	kameni zid	0,94
tla sa biljem	3,86	beton (običan)	0,64
peščano tle	2,94	krečnjak	0,43
zid od cigala	1,63	beton (armiran)	0,38*

*) Ove vrijednosti dao je M. Bazant u članku »The Use of Reinforced Concrete for Fortifications and Raid Shelters«, u *Travaux* 52 i 53, april i maj, 1937, za beton jačine od 2.800 funti po kvadratnom palcu.

$f(V)$ ima vrijednost u kilogram-metar-sekundnom sistemu (izuzev za d koje je u santimetrima), kao što je dato na sljedećoj tablici

V	f (V)	V	f (V)
40	0,33	220	5,34
60	0,72	240	5,89
80	1,21	260	6,41
100	1,76	280	6,92
120	2,36	300	7,40
140	2,97	320	7,87
160	3,58	340	8,31
180	4,18	360	8,74
200	4,77	400	9,54

³⁾ Cranz and Brecker, *Exterior Ballistics; His Majesty's Stationery Office, London.*

Približno maksimalno probijanje bilo koje date bombe može da bude izračunato iz gornje formule ako se odredi vrijednost konstante K za sredinu u koju bomba udari (v. tab. 2).

Eksplozija. Kada se izvrši detonacija eksplozivnog punjenja u bombi, svaki kubni palac eksploziva momentano se pretvorи u, otprilike, 1.000 kubnih palaca gasa normalne temperature i pritiska. Kod temperature eksplozije, potencijalna zapremina gasa je najmanje deset puta toliko, tako da se prilikom detonacije eksplozivnog punjenja proširi skoro do 10.000 puta više od prvobitne zapreminе. Pritisak gasa zbijenog u košuljici bombe jednak je pritisku od 500 tona po kvadratnom palcu. Ovaj ogroman pritisak čini da košuljica bombe proširi otprilike za 150% svoju prvobitnu zapreminu, kada nastupa prskanje metala i košuljica se rasprskava na parčice, oslobađajući sabijeni gas. Vazduh u kontaktu sa oslobođenim gasom odmah se komprimira i jedan snažan vazdušni pritisak, odnosno udarni talas, formira se u vazduhu koji neposredno okružava eksplodirajuću bombu. Iznenadni vazdušni pritisak je poznat kao »eksplozija« i ustvari je udarni talas koji se širi upolje početnom brzinom do 7.000 stopa u sekundu. Kako se ovaj talas širi upolje od njegovog izvora, to opada u amplitudama i brzini, tako da eventualno postane stabilan na brzini zvuka, tj. na 1.100 stopa u sekundu.

Udarni talas koji proizilazi od udara eksplozivne bombe kada ona eksplodira u zraku sastoji se od jedne početne pozitivne faze pritiska, koju slijedi negativna (usisavajuća) faza mnogo manje jačine ali dužeg trajanja. Cjelokupno trajanje kombinovanih faza, pozitivne i negativne, traje otprilike 0,03 sek., od čega prva traje oko 0,005 sek., a druga 0,025 sekunada.

Udarni pritisak je, približno, obrnuto proporcionalan sa kubom i kvadratom otstojanja od centra eksplozije, tako da spoljnje kretanje gasova koji se šire, vjerovatno, ne prelazi 25 stopa kada bomba eksplodira na ravnoj površini na otvorenom prostoru, iako se udarni talas proširuje u okolnom vazduhu do mnogo većeg otstojanja, do otstojanja koje zavisi od veličine eksplozivnog punjenja.

Promjene, sa otstojanjem od tačke eksplozije, početnog maksimuma pozitivnog i negativnog pritiska označene su na donjoj tablici, za eksplozivnu bombu od 500 funti.

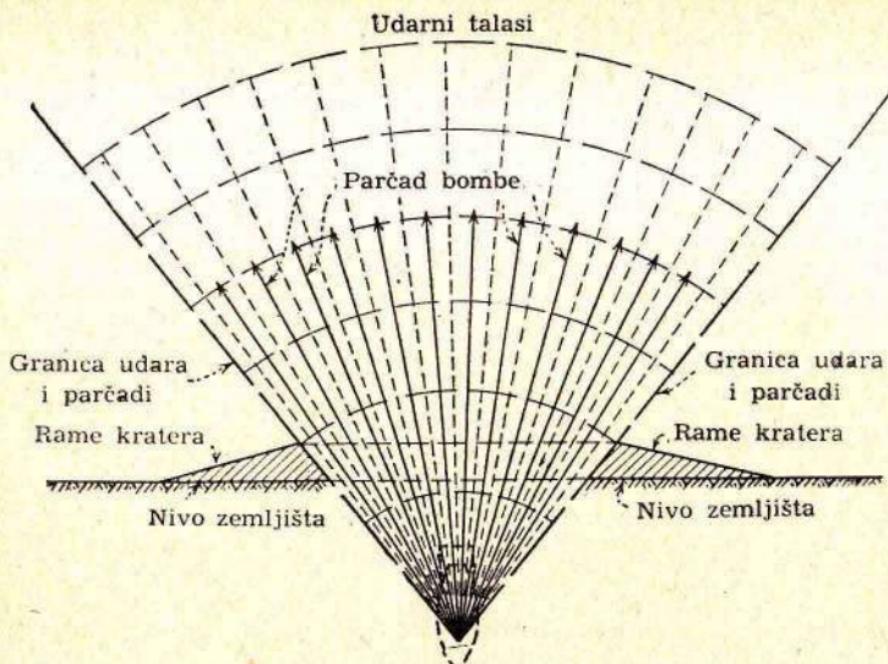
*Početni maksimalni pritisak
(bomba 500 funti)*

Ostojanje od tačke eksplozije bombe, stopa	Maksimalan pozitivan pritisak funti na kv. palac	Maksimalan negativan pritisak funti na kvadratni palac
30	24,0	2,0
50	6,0	1,4
100	2,3	0,8
200	0,4	0,2

Radius razaranja. Maksimalan radius, od tačke eksplozije, unutar koga će zgrada od cigle obične konstrukcije pretrpjeti materijalno strukturalno oštećenje od udarnog dejstva eksplozivne bombe koja eksplodira na površini zemlje, zove se »radius razaranja« bombe. Radijusi razaranja različitih tipova eksplozivnih bombi, koji su upotrebljavani u Drugom svjetskom ratu, označeni su na bazi njihovih dejstava učinjenih prilikom eksplozija na otvorenom prostoru i pokazani su u tabeli 2.

Rasprskavanje. Kada eksplozivna bomba detonira, njena košuljica se raspadne u ogroman broj parćića koji bivaju odbačeni konusno od centra eksplozije i to velikim brzinama (4.000 do 7.000 stopa u sekundu). Ako bomba prođe u čvrst cilj prije nego što eksplodira, odbacivanje parćića smanjiće se u srazmjeri sa dubinom prodora i prirodom probijenog materijala. Ostojanje na kome su parćići efikasni zove se njihov »efikasni domet« ili »opasna zona« (v. tabelu 2).

Kada bomba eksplodira ispod površine zemlje, lijevak služi kao neka vrsta primitivnog merzera koji izbacuje udarni talas i parćiće uvis u obliku konusnog snopa (v. sl. 8). To materijalno smanjuje efikasan horizontalan domet kako udara tako i parćića; zbog toga čak i otvoreni pruža znatnu zaštitu od bombi koje eksplodiraju.

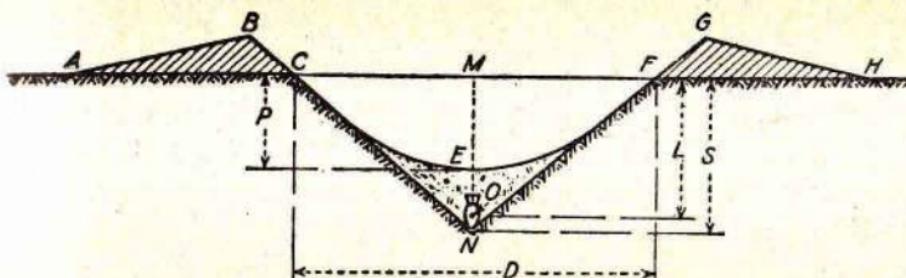


Sl. 8 — Lijevkasto dejstvo udarnog talasa i parčadi

Lijevak. Bomba koja pada može da eksplodira bilo u dodiru sa površinom cilja bilo pošto je probila do takve dubine da dejstva njene eksplozije ne mogu doseći do površine cilja. U prvom slučaju formiraće se lijevak sa minimalnom dubinom i maksimalnim prečnikom; u drugom slučaju neće se uopšte pojaviti lijevak unutar cilja. Ovaj posljednji slučaj je poznat pod imenom »kamufljet«; jedino dejstvo bombe koja eksplodira sastoji se u tome što obrazuje sfernu komoru dobijenu eksplozijom unutar cilja sa pritiscima na zidove koji okružuju ovu komoru.

Ako bomba eksplodira dovoljno blizu površine cilja, snaga zbijenog gasa u dobijenoj komori, koja dejstvuje duž linije najmanjeg otpora, probiće se do površine, pretvarajući sfernu komoru u lijevak konusnog oblika. Normalno, linija najmanjeg otpora je vertikalno otstojanje od centra eksplozivnog punjena do površine cilja.

Obim i oblik formiranog lijevka zavise od dubine do koje prodre bomba, od obima i karaktera njenog eksplozivnog punjenja, od prirode sredine u koju je bomba



Sl. 9 — Tipičan lijevak od bombe u prirodnoj zemlji

ABC — FGH = rame lijevka

D = prečnik lijevka = CF

S = dubina probijanja bombe = MN

L = dubina eksplozije bombe = MO

P = dubina lijevka = ME

CM/MO = indeks bombe, »n«

ON = otstojanje od težišnog centra tijela bombe do vrha bombe

EN = dubina rastresene zemlje u lijevku

prodrla i od energije potrebne da se razbije košuljica bombe. Oblik tipičnog lijevka u normalnom tlu (prirodna zemlja) pokazan je na sl. 9. Na toj slici se vidi kako dio zemlje izbačen iz lijevka obrazuje kružnu naslagu oko ivice lijevka. Ta naslaga ustvari povećava dubinu lijevka, ali se ne računa prilikom mjerjenja njegove dubine. Oko lijevka je, takođe, koncentrična sferna zona u kojoj je zemlja ispučana i uzdrmana. Unutar samog lijevka postoji izvjesna količina odvojene zemlje koja je pala nazad u rupu poslije eksplozije.

Količina pale zemlje u lijevku je proporcionalno veća ukoliko se dubina eksplozije povećava. Odnos radijusa lijevka prema liniji najmanjeg otpora (CM/OM na sl. 9) zove se »indeks« bombe i obično se obilježava slovom *n*. Ako je *n* ravno 1, bomba je normalna; ako je *n* veće od 1, za bombu se kaže da je prepunjena; a ako je *n* manje od 1, bomba je nedopunjena. Odnos *n* obično varira od 1/2 do 3 (vidi sl. 9).

Dimenzije lijevka. Dimenzije lijevka bombe mogu biti izračunate iz sljedeće formule:

$$R = 1,3 \text{ CEK}^{1/12} W^{1/3} \quad (1)^4$$

$$P = \frac{2R - r}{3} \quad (2)$$

gdje je:

R = radius lijevka (na površini), u stopama,

C = faktor dubine = (f) $r/W^{1/3}$,

r = dubina eksplozije bombe, u stopama,

 = dubina do koje probije bomba minus $1/2$ dužine tijela bombe,

E = eksplozivni faktor = 1,00 za TNT,

K = zemljišni faktor, 5,100 za prosječno tle,

W = težina eksplozivnog punjenja, u funtama,

P = dubina lijevka, u stopama.

Vrijednosti zemljišnog faktora K u jednačini (1) za razne vrste zemlje date su u donjoj tablici:

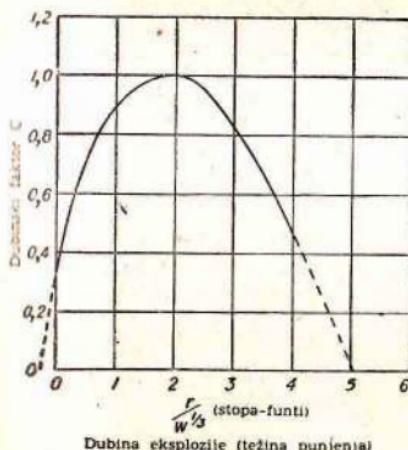
Vrsta zemlje	K (min.)	K (proseč.)	K (maks.)
smonica	400	800	1.700
glina	1.300	2.000	2.500
blatnjava glina	1.300	5.100	9.000
glina, nenatopljena	10.000	15.000	20.000
glina, natopljena	50.000	100.000	150.000

Vrijednosti dubinskog faktora C u jednačini (1) za različite vrijednosti od $r/W^{1/3}$ date su na sl. 10⁵, a dimenzijske vrijednosti lijevka za manje razorne bombe pokazane su na sl. 11. Slika 10 pokazuje da dubinski faktor C doseže maksimalnu vrijednost onda kada je dubina eksplozije ravna $2W^{1/2}$ stopa i brzo opada prema nuli ukoliko se dubina eksplozije približava nuli. Kada je dubina eksplozije otprilike $5W^{1/3}$ stopa, radius lijevka R približava se nuli, što znači da se tada formira kamufljet.

⁴⁾ *The Effects of Atomic Weapons*, str. 412. U.S. Atomic Energy Comission, Government Printing Office, juni 1950.*)

⁵⁾ Kod nas izdata kao *Atomska bomba i lična zaštita*. Vidi str. 442. — Prim. red.

⁶⁾ Ibidem

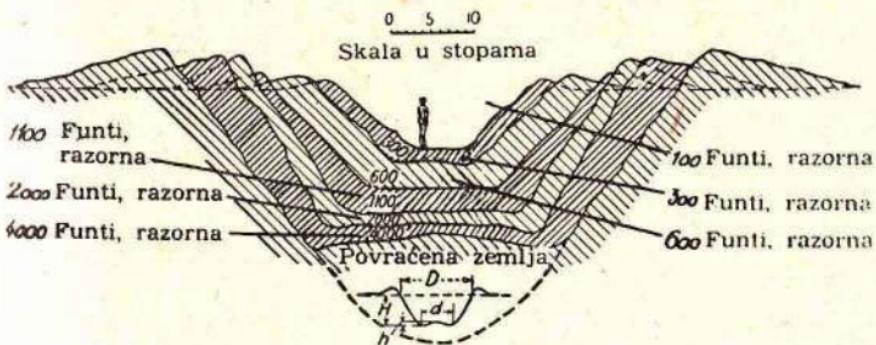


Sl. 10 — Dubinski faktor za veličinu lijevka

Lijevkovi proizvedeni u prirodnom tlu i u betonu tipičnim bombama proračunati su, na bazi datih formula, i uključeni u tabelu 2.

Minsko dejstvo. Osim štete koju izaziva formiranje lijevka, eksplozija bombe unutar čvrstog predmeta prenosi talasni pritisak kroz predmet, koji je obično praćen manjim ili većim razaranjem predmeta neposredno oko lijevka. Ovi udarni talasi i fizičko razbijanje zemlje slični su onima koje izazivaju zemaljske mine i zato je ova pojava poznata kao »minsko dejstvo«. Minsko dejstvo eksplozivne bombe koja eksplodira ispod površine zemlje predstavlja značajan faktor za razaranje zgrada — mini-

pojava poznata kao »minsko dejstvo«. Minsko dejstvo eksplozivne bombe koja eksplodira ispod površine zemlje predstavlja značajan faktor za razaranje zgrada — mini-



B o m b a	D stopa	d stopa	H stopa	h stopa	Kubnih jardi iz- bačene zemlje
100 funti razorna za opštu namenu	19,0	6,0	9,7	0	45,0
250 funti razorna za opštu namenu	24,9	9,3	14,0	0	120,0
500 funti razorna za opštu namenu	32,2	15,2	11,8	0	276,6
1000 funti razorna za opštu namenu	39,5	20,5	23,4	0	605,0
2000 funti razorna za opštu namenu	49,3	24,5	31,1	1,2	1200,0
4000 funti razorna za opštu namenu	62,7	29,0	43,3	2,0	3000,0

Sl. 11 — Lijevci razornih bombi

ranjem njihovih temelja i oštećenjem podzemnih uređaja, kao što su vodovodi, gasovodi, električni i telefonski kablovi. Otstojanje do koga će eksplozivna bomba, kada eksplodira ispod površine, izvršiti svoj minski efekat mjeri se pomoću njenog horizontalnog radijusa i dubine razaranja. Ova otstojanja su, nasreću, vrlo ograničena, čak i za velike razorne bombe, tako da je potrebno da takve bombe budu precizno postavljene da bi bile što efikasnije. Pošto minsko dejstvo brizantnog eksploziva zavisi od njegovog horizontalnog radijusa i dubine razaranja, neophodno je da se poznaju radijusi i dubine razaranja tipičnih bombi da bi se procijenilo vjerovatno oštećenje zgrada i podzemnih uređaja od vazdušnog napada.

Radius i dubina razaranja. Horizontalan radius i opšta dubina razaranja bombe koja eksplodira ispod površine mogu da budu izračunati iz sljedećih formula⁶⁾:

$$r = \frac{BC}{a\delta}$$

$$H = (h - \alpha) + r$$

gdje je:

r = horizontalan radius razaranja, u metrima (v. sl. 12),

C = eksplozivno punjenje, u kilogramima,

B = proporcija bombe koja je probila zemlju kada je došlo do eksplozije (v. sl. 12),

a = srednji koeficijent, koji zavisi od sredine u kojoj bomba eksplodira,

δ = koeficijenat začepljenja, koji varira između 1,0 za dobro začepljenje, tj. kada se bomba potpuno zarila u zemlju, i 3,5 za slabo začepljenje, tj. kada bomba nije potpuno prodrla u zemlju. Za prosečno tle može da bude uzeto kao ravno 0,7,

H = opšta dubina razaranja probijanjem i odmah zatim eksplozijom, u metrima,

h = dubina probijanja bombe, u metrima,

α = rastojanje između centra teže eksplozivnog punjenja bombe (tj. košuljica bombe, manje stabilizator)

⁶⁾ Heidinger, u *Wehrtenchische Monatshefte*, 39, 43—44 (1935).

i vrha bombe za koji se pretpostavlja da je na dubini h , u metrima. Za bombu koja je potpuno zarivena u zemlju a može da bude uzeto približno kao polovina dužine košuljice bombe (manje stabilizator).

Horizontalni radijusi i dubine razaranja za tipične bombe u prirodnom tlu izračunati su, na bazi datih formula, i pokazani u tabeli 2.

Radius rušenja. Da bi se utvrdila dejstva izazvana na podzemnim građevinama, kao što su skloništa od napada iz vazduha, eksplozijom bombe u njihovoј blizini, Britanci⁷⁾ su napravili formulu, na bazi minskog ratovanja, da bi se odredilo najkraće otstojanje na kome neće doći do oštećenja drvene galerije od detonacije obične zemaljske mine u istoj horizontalnoj ravni. To se otstojanje zove »maksimalni horizontalni radius rušenja« i može da se uzme kao minimalna bočna zaštita koja mora biti obezbijedena da bi se osigurala nepovredivost podzemne građevine od bombi koje eksplodiraju pod zemljom u neposrednoj blizini građevine.

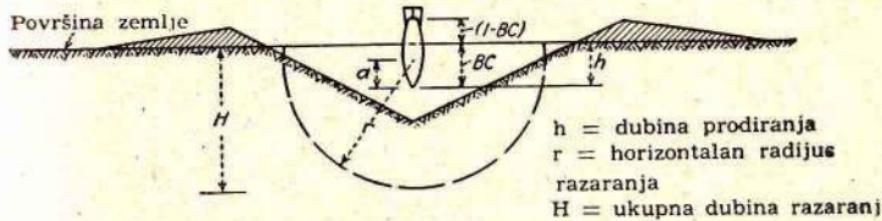
Za praktične svrhe koristi se sljedeća uprošćena formula da bi se odredio maksimalan horizontalan radius rušenja avionskih bombi:

$$H = F \sqrt[3]{C}$$

H = maksimalan horizontalan radius rušenja, u stopama,

F = zemljišni faktor, koji zavisi od strukture cilja (vidi priloženu tablicu),

C = eksplozivno punjenje bombe u funtama.



Sl. 12 — Radius i dubina razaranja

⁷⁾ Vidi *Military Engineering*, tom IV, Demolition and Mining, His Majesty's Stationery Office, London.

Vrijednosti zemljišnog faktora F

Zemljište	Faktor	Zemljište	Faktor
tvrd kamen	3,29	plava glina	6,18
armiran beton	3,30	ilovača	6,67
srednji kamen	3,87	šljunak	6,83
mek kamen	4,29	pjesak, krupan	7,59
tvrd krečnjak	4,69	pjesak, sitan	7,83
mek krečnjak	5,42	obradena tvrda zemlja	7,73
		obradena meka zemlja	9,66

Kao maksimalno siguran radius rušenja trebalo bi uzeti za jako izgrađena betonska skloništa onaj od $2/3 H$, kao što je izračunato gore.

Opšte dejstvo eksplozivnih bombi. Opšte dejstvo probijanja i eksplozije tipičnih avionskih bombi, koje je izračunato saglasno ranijoj diskusiji, pokazano je u tabeli 2.

Buduća uloga eksplozivnih sredstava. Mada je poslije Prvog svjetskog rata bilo utrošeno mnogo napora da se razviju moćniji eksplozivi od TNT, činjenica da TNT još uvijek ostaje kao standardni eksploziv za opštu upotrebu, pokazuje da su vojni eksplozivi danas vjerovatno blizu svoje krajne moći, da nije vjerovatan nikakav revolucionarni napredak, u doglednoj budućnosti, da se proizvedu radikalno moćniji eksplozivi, izuzev u obliku atomskih sredstava, o čemu se govori u glavi 7. S obzirom na takvu situaciju i, naročito, s obzirom na napredak atomskih sredstava, može se očekivati da će eksploziv igrati manje značajnu ulogu u budućem ratovanju nego u prošlom, zbog toga što će ne samo biti potpuno prevaziđen atomskim sredstvima, do onih granica do kojih se ova poslednja budu mogla proizvoditi, već i zbog toga što će morati nastaviti takmičenje sa zapaljivim sredstvima, koje je već izgubio u Drugom svjetskom ratu, a vjerovatno će ga izgubiti i u utakmici sa hemiskim i bakteriološkim sredstvima koja su nesumnjivo efikasnija u nanošenju žrtava ljudima i živim bićima.

Tablica 2. — SVOJSTVA TIPIČNIH EKSPLOZIVNIH BOMBI

(približne vrijednosti za prosječne uslove)

Približna težina težina, tunit	Približna težina putjenska, tunit	Približna težina bar, putjenska, tunit	Približan kall- k, funt na kvad. palaca	Gustina presje- ća, putjenska, tunit	Prbilizna udar- na brzina u sek- tu u sek, stopa	Armi- rani beton	Pri- rodna zemlja	Dubina probijanja, stopa	Dimenzije kratera u zemlji, stopa	Dimenzije kratera u betonu, stopa	Preč- nik	Preč- nik	Dimen- zije kratera u zemlji, stopa	Rad- ius raz- zaranja u zemlji, stopa	Opasna zona od parcadi- hu, stopa	Opasna zona od parcadi- hu, stopa	f			
								a	b	c	c	c	c	d	d	e	d	e	f	
100	50	8	2,00	900	9,7	1,0	19,0	3,6	3,0	0,8	10,0	20,0	37	200	200	200	200	200		
250	125	11	2,63	975	14,0	1,4	24,9	4,1	4,0	1,4	15,0	26,0	46	300	300	300	300	300		
500	260	14	3,20	1.035	17,8	1,8	32,2	5,5	5,0	2,00	18,0	30,0	55	400	400	400	400	400		
1.000	530	18	4,00	1.050	23,4	2,3	39,5	6,1	10,0	3,00	23,0	40,0	80	600	600	600	600	600		
2.000	1.080	22	5,28	1.090	31,1	3,1	49,3	7,2	18,0	5,00	29,0	55,0	110	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200		
4.000	2.200	26	7,53	1.100	43,3	4,3	62,7	8,1	25,0	7,70	41,8	72,8	200	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400		
6.000	3.360	30	8,57	1.120	48,6	4,8	66,5	7,8	28,8	8,9	48,1	83,8	240*)							
8.000	4.560	34	8,81	1.130	51,5	5,1	77,3	10,5	31,7	9,8	53,3	92,8	270*)							
10.000	5.800	38	8,81	1.140	52,3	5,2	87,6	13,8	34,6	10,7	57,8	100,6	300*)							
12.000	7.080	42	9,00	1.160	52,3	5,2	97,5	17,0	37,0	11,4	61,7	107,5	335*)							
20.000	12.000	52	9,41	1.200	58,9	5,9	107,7	18,4	42,1	13,0	70,4	122,6	400							

a) Brojke u ovoj koloni bazirane su na bombama koje su bacene sa visine od 25.000 stopa i iz aviona koji lete brzinom od 400 milja na čas (vidi tablicu 1).

b) Brojke u ovim kolonama izračunate su saglasno sa ranije datom formulom za određene brzine

c) Brojke u ovim kolonama izračunate su iz dubina probijanja koje su označene u kolonama 6 i 7 i iz ranije datih formula

d) Brojke u ovim kolonama izračunate su iz ranije datih formula

e) Brojke u ovoj koloni su iz izvještaja: Fregled strategiskog bombardovanja SAD o dejstvu atomskih bombi na Hirošimu i Nagasaki

f) Brojke u ovoj koloni su iz War on Great Cities, od Frank Morisona, Faber & Faber, Ltd., London

*) Interpolisane vrijednosti

4

HEMISKA SREDSTVA

Definicija

Hemiska sredstva su, široko shvaćeno, materije koje se upotrebljavaju u vojnim operacijama da se, za razliku od fizičke sile, hemiskom akcijom izazovu izvjesni željeni rezultati. Tamo gdje se traže žrtve među neprijateljskim ljudstvom, hemikalija u dodiru sa tkivom ljudskog tijela hemiskom reakcijom izaziva onesposobljavanje ili smrtno dejstvo. Takvo hemisko sredstvo je poznato u vojnem jeziku kao »bojni otrov«, bez obzira da li se upotrebljava u čvrstom ili tečnom stanju ili u obliku pare. Ako se pak želi zamračivanje određene površine da je neprijatelj ne bi mogao osmatrati iz vazduha ili sa zemlje, tada hemikalija proizvodi neprozirne oblake ili zavjese putem hemiske reakcije u dodiru sa atmosferom, što je poznato pod imenom »dim«, bez obzira na to da li su zaštitne čestice (aerosoli) u čvrstom ili tečnom stanju ili u obliku pare. Kada se pak želi razaranje neprijateljske imovine i materijala putem vatre, tada hemikalija izaziva takve vatre sagorijevanjem u dodiru sa materijalom cilja. Takvo hemisko sredstvo se zove »zapaljivo« i izaziva vatru hemiskim procesom sagorijevanja, za razliku od požara koji su izazvani indirektno eksplozivima, iz drugostepenih izvora, kao što su razbijeni gradski gasovodi ili električni kratki spojevi.

Iako se pod hemiskim sredstvima podrazumijevaju bojni otrovi, dimna sredstva i zapaljive materije, ipak dim ne izaziva štetu ni u ljudstvu ni u materijalu i zbog togā su samo bojni otrovi i zapaljive materije od značaja za civilnu odbranu. Pošto se bojni otrov i zapaljive ma-

terije razlikuju tako izrazito u dejstvu i upotrebi, i zbog toga što su zapaljive materije dobine tako značajnu ulogu u modernom ratovanju, biće razmatrani u posebnim poglavljima. Bojni otrovi će biti obrađeni u ovom poglavlju, a zapaljive materije u gl. 5.

Priroda bojnih otrova

Bojni otrovi su svaka hemiska materija koja se upotrebljava u ratovanju da na ljudskom tijelu izazove dejstvo fiziološkog onesposobljavanja, bilo da se upotrebljava u čvrstom bilo u tečnom stanju, ili u obliku pare, a uglavnom se ispušta u vazduh kao para ili *nadražujući dim* (koji ne treba zamjenjivati sa dimom za zamagljivanje koji je bezopasan po ljudstvo). Oni se miješaju sa vazduhom i izazivaju svoje štetno dejstvo na nezaštićeno ljudstvo, koje je izloženo toj atmosferi, direktnom hemiskom akcijom na površini tijela sa kojim dođu u dodir. Kod izvjesnih bojnih otrova, kao što je »iperit«, ozbiljno dejstvo se takođe izaziva direktnim dodirom ljudskog tijela sa tečnom hemikalijom ili sa predmetima koji su zatrovani tom tečnošću.

Razumijevanje prirode hemiskih sredstava može se postići upoređivanjem dejstva hemikalija sa dejstvom eksploziva. Suprotno puščanom zrnu ili parčetu artiljeriske granate, hemisko sredstvo ne izaziva svoje dejstvo direktnim fizičkim udarom u cilj, već prouzrokuje onesposobljavajuća ili fatalna fiziološka dejstva hemiskom reakcijom u tkivu tijela, kako unutarnjom, kada se udiše ili guta, tako i spolnjom, preko dodira sa kožom. Na taj način, hemikalije ne udaraju fizički cilj već prožimaju atmosferu iznad površine cilja. Površina može biti vrlo velika, kada se prospe velika količina bojnog otrova koji brzo isparava, ili može biti ograničena na nekoliko jutara zemlje (akra)*, kada tečna hemikalija, koja lagano isparava, natapa tle cilja. Ali je uvijek dejstvo hemiskog

*) 1 acre (ofland) = 4.047 m². — Prim. red.

sredstva onoliko prodorno koliko je efikasan domet njegovih molekula.

Suprotno raznolikosti dejstva karakterističnoj za hemikalije, radijus dejstva eksploziva je vrlo ograničen. Tako, kada eksplozivna bomba eksplodira, njeni dejstvo proizilazi iz potresa od eksplozije i udarne snage letećih parčadi. Ova akcija, ipak, ne prevazilazi relativno malu površinu koja okružava tačku eksplozije (vidi tabelu 2.). Sa druge strane, kada hemiska bomba eksplodira, njena sadržina je rasuta u atmosferi u obliku gasa ili pare koja se miješa sa vazduhom i pokriva površinu mnogo puta veću od površine koja je pogodjena eksplozivnom bomboom sličnog obima.

Druga karakteristična razlika između dejstva hemiskog i eksplozivnog sredstva sastoji se u jednoobraznosti efekta koje izaziva prvo, suprotno nestalnom dejstvu koje izaziva drugo sredstvo. Tako, kada je hemisko sredstvo ispušteno iz bombe, ono zasiti čitavu atmosferu iznad zaraženog predjela, te je svako unutar tog predjela jednak izložen njegovom dejstvu. Izložena osoba može da se suprotstavi dejstvu hemiskog sredstva upotrebom gas-maske, zaštitnog odijela ili drugog sredstva vještačke zaštite, ali drukčije neće moći da izbjegne njegovo dejstvo, čak i kada se nalazi na izvjesnom otstojanju od tačke ispuštanja sredstva, tako da će sve nezaštićeno ljudstvo u zatrovanim području biti pogodjeno. Suprotno tome, od dvije ličnosti koje stoje rame uz rame unutar opasne zone eksplozivne bombe, jedna može da bude ubijena od parčeta koje leti po zraku, a druga može da ostane nepovrijeđena. Takvi neravnomjerni i nekontrolisani rezultati su nemogući kod hemiskih sredstava.

Sa stanovišta vremena, hemiska sredstva djeluju na potpuno suprotan način eksplozivnim oruđima. Dejstvo parčeta granate je momentano, sekund poslije udara ono se istrošilo i postalo je bezopasno. Međutim, čak i najrasplinutiji oblici bojnog otrova su efikasni u toku mnogih minuta, a postojana hemiska sredstva mogu da produže sa zatrovavanjem prostorije danima.

Druga jedinstvena karakteristika bojnog otrova jeste njegovo svojstvo da svuda prodire. Čak i mali rov pruža

značajno sklonište od parčadi eksplozivne bombe, a zgrada ili čestar drveća može sigurno da zaštitи grupu ljudi od takve opasnosti. Bojni otrov se ne kreće uskom putanjom, on prožima atmosferu i prelazi preko svih slučajnih prepreka na zemljištu da bi se nemilosrdno prikrao svojoj žrtvi.

Terminologija hemiskog ratovanja

Prije nego što budemo razmatrali različite vrste bojnih otrova, moramo da shvatimo značenje i upotrebu izvjesnih tehničkih termina koji se upotrebljavaju u nauci o hemiskom ratovanju.

Rasipanje. Rasturanje hemiskog sredstva iznad predjela cilja zove se »rasipanje« i može da bude izvršeno bilo: 1) direktno, prskanjem hemikalija u vidu tečnosti ili praha iznad predjela cilja iz aviona u brišućem letu koji su snabdjeveni aparatom za prskanje, ili 2) indirektno, doturanjem hemiskog sredstva u posudi (bombama ili granatama) do cilja, zvano »gađanje«, kada se raspe hemikalija iznad područja cilja u jednom efikasnom stanju, posredstvom eksplozivnog punjenja koje otvoriti posude i istrese sadržinu, što se naziva »raspršivanje«.

Koncentracija. Snaga rasutog hemiskog sredstva mjeri se količinom njegove pare ili magle koja se nalazi u datorij zapremini vazduha, a zove se njegovom »koncentracijom«. Ovo se redovno izražava miligramima hemiskog sredstva po litru vazduha, ili uncama*) hemikalije na 1.000 km. stopa vazduha. Najmanja koncentracija hemiskog sredstva koja izaziva onesposobljavanje čovjeka a ne ranjava njegove tjelesne funkcije ili ozbiljno slabi njegovu radnu efikasnost — zove se njegovom »nadražujućom« ili »početnom« koncentracijom. Koncentracija koja se ne može podnijeti za duže vrijeme bez ozbiljnog rastrojavanja izvjesnih tjelesnih funkcija zove se »nepodnošljiva« koncentracija. Koncentracija koju prosečan, nezaštićen čovjek ne može da preživi poslije određenog kratkog perioda izloženosti zove se »smrtonosna« koncentracija.

*) 1 unca = 28,349 gr. — Prim. red.

Toksičnost. Specifično otrovno dejstvo hemiskog sredstva naziva se njegovom »toksičnošću«, a mjeri se proizvodom njegove koncentracije i vremena njegovog dejstva. Pošto su sva hemiska sredstva za nanošenje žrtava manje ili više toksična, toksičnost je indeks fiziološkog dejstva takvog sredstva. Uopšte, što je toksičnije hemisko sredstvo, to je ono i efikasnije za nanošenje žrtava, s obzirom da će data količina izazvati ozbiljnije onespobljavanje nego ista količina manje toksičnog sredstva, ili ista štetna dejstva biće izazvana manjom količinom toksičnijih sredstava. Toksična dejstva svakog bojnog otrova proporcionalna su jačini date koncentracije pomnožene dužinom vremena u kome je osoba izložena njenom dejstvu. Što je jača koncentracija, to će biti izazvane teže ozlede u datom vremenu. Ipak, čak i male količine većeg dijela bojnog otrova izazvaće ozlede ako je dovoljno vrijeme izlaganja. Kod bojnih otrova koji nanose ozlede plućima, izvjesna količina mora da bude udahnuta prije nego što će nanijeti ozbiljnu štetu. Otuda je ovdje stepen disanja takođe određen faktor. Tako, osoba koja izvršava teški fizički posao udiše mnogo veću količinu vazduha u minutu nego osoba koja se odmara, te će, prema tome, ako su obe bile izložene istoj koncentraciji kratkotrajnog bojnog otrova za isto vrijeme prva pretrpjeti mnogo težu ozledu. Samo pod izuzetnim uslovima postoji vjerovatnoća da će biti dovoljno bojnih otrova u vazduhu na otvorenom prostoru da bi nekoliko udisaja postali opasni.

Postojanost. Dužina trajanja za koju hemisko sredstvo ostaje efikasno u području koje okružava tačku na kojoj je ispušteno naziva se »postojanost«. Sa stanovišta trajanja efikasnosti u polju, bojni otrovi se obično dijele na dvije glavne kategorije: kratkotrajne (nepostojane) i dugotrajne (postojane). Kratkotrajni bojni otrovi su uopšte nepostojane materije koje brzo ispare kada se ispuste iz svoje posude. Kada se ispuste u zrak, ove materije formiraju gasne oblake ili dim, koji, nošeni vjetrom i miješajući se postepeno sa sve većim količinama vazduha, postaju sve rasplinutiji i sve bezopasniji sa uvećanjem otstojanja od tačke na kojoj su ispušteni. S obzi-

rom da se nepostojani, kratkotrajni bojni otrovi brzo ispare i rasprostiru u zraku, to oni uglavnom ne ostaju u efikasnoj koncentraciji na otvorenom prostoru duže od 10 minuta. Dimovi hlora, fozgena i arsina pretstavljaju primjere kratkotrajnih bojnih otrova.

Dugotrajni bojni otrovi su obično tečnosti koje polako isparavaju, ispuštajući opasnu paru koja se kreće sa okolnim zrakom i obrazuje toksičnu koncentraciju. Pošto je to tečnost koja je postojana, dugotrajni bojni otrovi ostaju u efikasnoj koncentraciji na otvorenom prostoru u toku mnogo časova, a u hladnom vremenu i danima, čak i nedeljama. Kao približno merilo dužine trajanja dugotrajnog bojnog otrova na zemljištu služi ono vrijeme koje je potrebno vodi za potpuno isparenje. Tako, ako je vodi potrebno 1 čas da ispari na otvorenom prostoru, čak i na zemljištu pri suhom vremenu, luizitu će trebati približno 10 časova, a iperitu 38 časova, pod istim uslovima.

Zemljišni i drugi objekti na koje takve tečnosti padnu isparavaće sve dotle dok tečnost ne ispari ili dok se ne učini neefikasnom putem hidrolize ili hemikalije za neutralisanje. Dodir sa zemljom ili predmetom koji su zatrovani izvjesnim dugotrajnim bojnim otrovom, kao iperitom, izaziva opeketine na koži, ukoliko nije bila izvršena degazacija. Čak i hodanje preko takvog zatrovanih zemljišta je opasno i mora se izbjegavati ako se nema specijalno zaštitno odijelo. Iperit i luizit su primjeri dugotrajnih bojnih otrova.

Uticaj vremena

Iako efikasnost bojnog otrova može u znatnoj mjeri da zavisi od vremena, ipak su rijetki dani koji su povoljni za vojne operacije a u kojima bojni otrov ne bi mogao da bude efikasno upotrijebljen, naravno, ako se pravilno primjeni. U isto vrijeme opšte poznavanje uticaja vremena na bojni otrov bitno će pomoći borbu protiv njegovih dejstava. Jak vjetar brzo očisti nepostojan bojni otrov i postojane pare, ali ne otklanja opasnost koja rezultira od dodira predmeta ili zemlje koji su zatrovani

postojanom tečnošću. Bojni otrov se rijetko upotrebljava na vjetru jačem od 15 milja na čas.

Postojane tečnosti isparavaju brže na topлом vremenu i, zbog toga, stvaraju veću koncentraciju u vazduhu nego na hladnom vremenu. Otuda je u topлом vremenu opasnost od postojanih bojnih otrova veća. Sa druge strane, temperatura ima malo dejstvo na nepostojane bojne otrove. Po mrazovitom vremenu postojane tečnosti, kao iperit, mogu zamrznuti, ali će direktni kontakt sa njima ipak izazvati opekomine kože, iako je manja opasnost od isparavanja. Na jugovini će tečnost ponovo ispuštati opasnu paru. Sitna kiša ima malo dejstvo na obe vrste bojnih otrova, dok jaka kiša ispira bojni otrov iz vazduha i pomaže da se ispera i uništi svaka tečnost na zemlji.

Blago, toplo vrijeme, sa ili bez magle, pretstavlja najopasnije uslove u kojima može da bude upotrijebljen svaki bojni otrov. Kada nema vjetra, bojni otrov se polagano širi u vazduhu, te će se, zbog toga, nalaziti u opasnoj koncentraciji za duže vrijeme. Pod takvim uslovima može polagano da prodre u zgrade kroz malene sporedne otvore koji su bili prenebregnuti.

Vrste bojnih otrova

Dva najvažnija svojstva bojnih otrova za nanošenje žrtava su njihova fiziološka (toksična) dejstva i njihova postojanost, pošto od prvog zavisi njihova unutarnja snaga da onesposobljavaju, a od drugog vremenska granica u toku koje su efikasni.

Bojni otrovi (BOT) su klasificirani prema svojim fiziološkim dejstvima na sledeće vrste: 1) BOT — koji izazivaju suze (suzavci), 2) BOT — koji nadražuju organe za disanje (kijavci), 3) BOT — koji ozleđuju pluća (zaguljivci), 4) BOT — koji izazivaju plikove (plikavci), 5) BOT — opšteotrovnog dejstva (nervni bojni otrovi).

Budući da *suzavci* napadaju samo oči, i to privremeno, oni su suviše blagi po dejstvu u poređenju sa drugim vrstama bojnih otrova da bi imali veću vrijednost u budu-

ćem ratovanju. Zato nije potrebno da se dalje razmatraju u vezi sa vazdušnim napadom.

Bojni otrovi koji nadražuju organe za disanje (kijavci) obično su proizvedeni iz arsenovih jedinjenja, kao što su adamsit, difenilhlorarsin i difenilcijanarsin, u obliku dima. Ovi otrovi izazivaju jake bolove u nosu, grlu i kanalima za disanje, a praćeni su većim ili manjim gađenjem i povraćanjem. Ova dejstva su samo privremena i brzo isčezavaju na svježem zraku. Oni rijetko izazivaju onesposobljavajuća dejstva za više od nekoliko sati i zbog toga će teško biti upotrijebljeni sami u vazdušnom napadu. Pošto se nadražujući bojni otrovi proizvode u obliku vrlo tananih dimova, oni znatno prodiru u limene kutije gasmaski tako da su potrebni sasvim specijalni filtri da ih uklone iz vazduha koji se udiše. Oni su takođe efikasni u krajnje malim koncentracijama, 0,25 unci hemiskog sredstva na 1.000 kub. stopa vazduha neizdržljivo je za čovjeka bez maske poslije jednog do dva minuta izloženosti.

Kada se nekome stuži zbog nadražujućeg bojnog otrova, povraćaće i neće moći da neprekidno nosi gasmasku, a kada skine masku izlaže sebe drugim prisutnim BOT. Usled toga će nadražujući dimovi nesumnjivo biti upotrebljavani u zajednici sa drugim smrtonosnjim vrstama bojnih otrova sa ciljem da se povećaju gubici. Kada se upotrebljavaju na taj način, nadražujući dimovi postaju ozbiljna opasnost vazdušnih napada zbog svoje velike moći da prodru u masku i efikasnosti u krajnje malim koncentracijama. Za dalje opisivanje glavnih svjetskih ratnih bojnih otrova i njihovih svojstava vidi tabelu 3.

Bojni otrovi koji ozljeđuju pluća (zagušljivci), kao što su fozgen i hlorpikrin, napadaju plućni sistem i izazivaju osjećaj pečenja u nosu i grlu, kao i osjećaj gušenja. Ovo je obično praćeno prodiranjem otrova u pluća, što može da dovede do smrti ako se izlaganje dejству nastavi pod dovoljno visokom koncentracijom bojnog otrova. Pošto je vrlo lako moguće ostvariti borbenu koncentraciju bojnih otrova koji ozljeđuju pluća, koja će biti fatalna za nezaštićeno ljudstvo poslije desetominutnog izlaganja i koja će izazvati ozbiljno onesposobljavanje čak i poslije

Tablica 3. — Glavni bojni otrovi i njihova svojstva*)

Vrsta	Opšti naziv	Hemski naziv	Postojanost u ljetu	
			Otvoren prostor	Zatvoren prostor
I: Suzavci	Brombenzilcianid	Brombenzilcianid (C ₆ H ₅ CHBr CN)	3 dana	7 dana
	Hloracetofenon	Fenilhlorometilketon (C ₆ H ₅ COCH ₂ Cl)	10 min	1 č
II: Nadražljivci	Adamsit	Difenilaminhlorarsin (C ₆ H ₄) ₂ NHAsCl	10 min	1 č
	Difenilhlorarsin	Difenilhlorarsin [(C ₆ H ₅) ₂ As Cl]	5 min	10 min
	Difenilcijanarsin	Difenilcijanarsin [(C ₆ H ₅) ₂ As CN]	5 min	10 min
III: Zagubljivci	Fozgen	Karbonilhlorid (COCl ₂)	10 min	30 min
	Difozgen	Trihlorimetilhloroformat (ClCOOCls)	15 min	1 č
	Hlorpikrin	Trihlornitrometan (Cl ₃ CNO ₂)	1 č	4 č
IV: Pil-kavci ¹⁾	Iperit	ββ-Dihloretilsulfid (C ₁ CH ₂ CH ₂) ₂ S	24 č	1 nedelja
	Luizit	β Hlorvinildihlorarsin (CICH : CHAsCl ₂)	24 č	1 nedelja
	Etildihlorarsin	Etildihlorarsin (C ₂ H ₅ AsCl ₂)	1—2 č	2—6 č
V: Pravi bojni ²⁾ otrovi (nervni bojni otrovi)	Cijanovodonična kiselina	Cijanvodonik (HCN)	5 min	10 min
	Hlorcijan	Cijanhlorid (CHCl)	10 min	20 min

*) Za dalje podatke vidi autorovu knjigu *Chemicals in War*,

Mc Graw-Hill Company, Inc., New York, 1937

¹⁾ Takođe uključuje metildihlorarsin, fenildihlorarsin i azotni iperit²⁾ Takođe uključuje njemački nervni bojni otrov.

Naјмана nadražajuća koncentracija, unci na 1.000 kubnih stopa, 10 min izla- ganja	Smrtonosna koncen- tracija unci na 1.000 kubnih stopa		Tačka ključanja Farenhajtovih stepeni	Gustina pare uporedena sa vazduhom	Miris u vazduhu
	10 min izlaganja	30 min izlaganja			
0,00015	3,50	0,90	437	6,6	kiselo voće
0,0003	0,85	0,34	476	5,2	cvijet jabuke
0,00038	3,00	0,65	770	dim	praktično bez mirisa
0,0005	1,50	0,60	720	praktično nikakva	pasta za cipele
0,0001	1,00	0,40	662	8,8	beli luk i gorki bademi
0,005	0,50	0,36	46,7	3,5	svježe žito, svježe pokošeno sijeno
0,005 0,50 (SAD) 0,50 Njemačka	0,36	260,6	6,9		neprijatan, zagušljiv
0,009	2,00	0,80	231,6	5,6	Sladunjav kao od muholovke
0,0001	0,15	0,07	422,6	5,5	beli luk ili rotkvica
0,0008	0,12	0,048	374	7,1	zdravac, zatim ugriza
0,001	0,50	0,10	312	6,5	ugriza, nadražuje
0,020	0,20	0,15	79	0,93	gorki bademi
0,0025	0,40	0,12	59	1,98	nadražuje

kraćeg perioda izlaganja, ovi bojni otrovi spadaju među najopasnije vrste koje mogu biti upotrijebljene u vazdušnim napadima.

Ipak, nasreću, bojni otrovi koji ozljeđuju pluća uglavnom su nepostojani i od obične borbene koncentracije lako je zaštititi se običnom gasmaskom. Otuda, nema mnogo opasnosti za ljudstvo na otvorenom prostoru ako je zaštićeno gasmaskom. Ipak je vrlo lako moguće da se bojni otrovi koji ozljeđuju pluća, kada se puste u zatvorene prostore, skupe u vrlo velikoj koncentraciji koja može da probije kroz običnu gasmasku. Otuda preti vrlo ozbiljna opasnost od ovih bojnih otrova ako su se nakupili u zgradama oštećenim eksplozivima.

Plikavci, kao što su iperit, luizit i azotni iperit, koje je Njemačka proizvodila u Drugom svjetskom ratu, izazivaju upalu ili sagorijevanje kože, srazmerno količini bojnog otrova koja je došla u dodir sa ozljeđenim dijelom. U dodiru sa plikavcem bol se ne osjeća odmah, jer dejstva postaju vidna nekoliko časova kasnije.

Plikavci, takođe, napadaju pluća i oči kada nisu zaštićene maskama, a u takvim slučajevima prođe prilično vremena prije nego što se simptomi primijete. To, što ne postoji neposredno dejstvo i činjenica da bojni otrov, ako je njegova koncentracija suviše slaba da bi bila otkrivena, može prouzrokovati ozbiljne opekotine pri dužoj izloženosti, sadrži dvije najveće opasnosti od iperita. Često se dešava da se zaštita ne pruži sve dotele dok ne bude suviše kasno.

Drugi značajan i važan faktor za dejstvo plikavaca sastoji se u tome što oni imaju izvanrednu snagu prodiranja. Tako će, naprimjer, jedna kap iperita, koja nije veća od glave šibice, proći kroz obično odijelo i čak kroz kožne cipele i izazvati plik veličine petodinarke. Ta snaga prodiranja je gotovo univerzalna. Jedine materije, praktično, koje će neograničeno izdržati jesu metalne ploče, staklo i otporni materijali sa glazurom, kao što su keramičke pločice dobrog kvaliteta i porcelan. Suprotno tome, plikavci brzo prodiru kroz drvo i beton, a i ljudsko tijelo ima malu ili nikakvu otpornost prema njima. Upravo ta izvanredna snaga prodiranja kroz sve obične materije skoro potpuno otežava zaštitu od plikavaca.

Bojni otrovi opšteotrovnog dejstva su materije koje vrše direktno dejstvo na nervni sistem u tijelu i uglavnom

su najsmrtonosniji od svih bojnih otrova. Umjesto da ograniče svoje glavno dejstvo na neki poseban organ ili dio tijela, obično u blizini dodirne tačke, opšteotrovna sredstva posjeduju snagu da prodrú kroz kožu i epitelijalni omotač pluća ne izazivajući pri tome lokalnu ozledu. Oni zatim prodiru u krvotok, koji ih raznosi svuda, i opšteotrovno dejstvo, na kraju, dovodi do smrti od paralize centralnog nervnog sistema.

Bojni otrovi opšteotrovnog dejstva, kao što su cijanvodonična kiselina i hlorcijan, koji su upotrebljavani u Prvom svjetskom ratu, i takozvani »nervni BOt«, koji je Njemačka proizvodila za vrijeme Drugog svjetskog rata, namijenjeni su specijalno za dejstvo na tijelo, jer kada ovladaju krvotokom, djeluju prvenstveno na nervne centre i izazivaju smrt putem paralize centralnog nervnog sistema. Oni su krajnje otrovni i obično brzo dejstvuju kada su zastupljeni u smrtonosnim koncentracijama. Dovoljno je samo nekoliko udisaja cijanvodonične kiseline da bi se izazvala smrt, koja nastupa posle nekoliko minuta. Oni su, takođe, veoma podmukli u dejstvovanju, jer obično ne izazivaju prethodne simptome dok ne dođe do ozbiljnog trovanja.

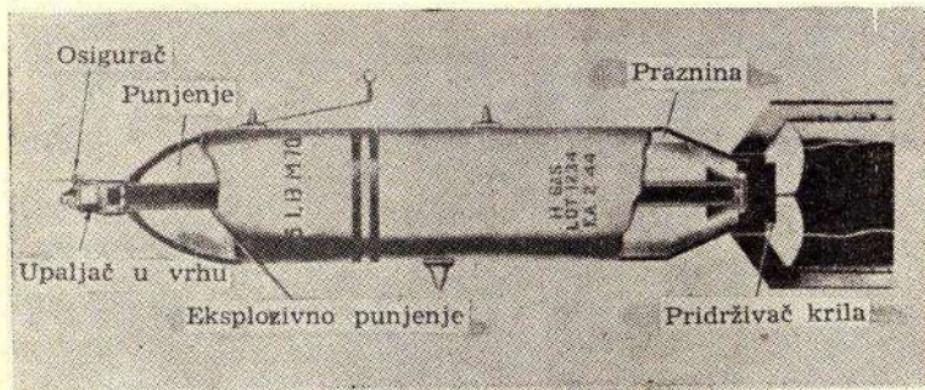
Mada nije bio upotrebljavan u Drugom svjetskom ratu, Njemci su bili pripremili nervni bojni otrov u ogromnim količinama i držali ga spremnim za upotrebu. Naše armije su poslije slamanja i okupiranja Južne Njemačke našle skladišta ovog bojnog otrova, od koga postoji nekoliko vrsta i nama je bilo omogućeno da mnogo naučimo o ovom novom hemiskom sredstvu. Na osnovu znanja do kojeg se tada došlo, nama je poznato da ovi bojni otrovi izazivaju sljedeća fiziološka dejstva na ljudsko tijelo⁸⁾. Malena doza najprije skupi zenice u očima i oteža disanje; zatim ubrza izlučivanje pljuvačke i znoja i poveća broj nervnih impulsa, što izaziva grčevito trzanje u mišićima, grčeve stomaka i dijafragme. To je sve praćeno lučenjem sluzi koja može da bude dovoljna da paralizuje pluća. Kod većih količina otrov usporava rad

⁸⁾ Članak o nervnom bojnom otroyu, u Life-u, str. 67,
17. jul 1950.

srca i paralizuje mozak i centar za disanje, što izaziva smrt. Ovi otrovi djeluju na nervni sistem razaranjem kolinesteraze (*cholinesterase*, jednog encima koji kontroliše dejstvo nervnih impulsa na mišiće i organe), a kako su uglavnom bez mirisa, vrlo teško ih je otkrivati. Hemiska služba američke vojske tvrdi da su nervni otrovi razvijeni do takvog stepena da su deset puta toksičniji od najjačeg hemiskog sredstva koje je ranije bilo poznato.

Hemiska oružja koja se upotrebljavaju u vazdušnom napadu

Hemiska sredstva mogu biti upotrijebljena od strane avijacije koja vrši napad bilo u obliku aviohemiskih bombi, bilo pomoću pribora za prskanje. Uglavnom, bombe će biti upotrijebljene kada se napadaju jako grupisani ciljevi, kao što su veliki gradovi i važna industriska područja. Pošto hemiski napad odgovara više površinskom nego preciznom bombardovanju, napad će se vršiti krupnim bombarderskim formacijama sa velikih visina i pod zaštitom mraka. Sa druge strane, pribori za prskanje biće upotrebljavani od strane nisko letećih aviona u manjim formacijama da se zatruju velike otvorene površine, kao što su železničke stanice, dokovi, obale važnih pristaništa i industriske četvrti koje su manje zbijene. Protiv veli-



Sl. 13 — Aviohemiska bomba (100 funti)

kih gradova i gusto naseljenih industriskih područja vjerovatno će biti upotrebljavane bombe napunjene ili kratkotrajnim bojnim otrovom, kao što je fozgen, ili dugotrajnim, kao što je iperit, zbog toga što oni nanose masovne gubitke i imaju opšte demoralizirajuće dejstvo na stanovništvo. Za područja koja nisu gusto naseljena vjerovatnije je prskanje dugotrajnim bojnim otrovom, kao što je iperit, da bi se prekinula industrijska proizvodnja za što je moguće duže vrijeme.

Aviohemiske bombe. Avionske bombe su specijalno prilagođene da budu punjene bojnim otrovom, a pošto im nije potrebno da probiju cilj, one mogu da budu pravljene sa lakišim tijelom nego eksplozivne bombe. Prema tome, hemisko punjenje kod bombi varira između 60 do 70 procenata od cijelokupne težine bombe prema 50 do 60 procenata kod eksplozivnih bombi. Inače, aviohemiske bombe su praktično iste kao i eksplozivne bombe, samo što su snabdjevene malim eksplozivnim punjenjem brizantnog eksploziva, koje treba da ih rasprsne, a koje ustvari zamjenjuje početno punjenje koje se upotrebljava za detonaciju glavnog eksplozivnog punjenja (vidi sl. 13). Avionska bomba, snabdjevena trenutnim (superbrzim) upaljačem, potpuno je efikasno sredstvo za rasipanje bojnog otrova, pošto se ne zariva duboko u tle, tako da se većina otrova oslobodi na površini gdje je i najefikasniji.

Veličine aviohemiskih bombi. Aviohemiske bombe variraju po veličini od 100 do 1.000 funti, što u velikoj mjeri zavisi od vrste otrova kojim se bomba puni. Uglavnom, velike bombe će biti korišćene za kratkotrajan bojni otrov da bi se dobila jaka koncentracija, dok će manje bombe biti upotrebljavane za plikavce (iperit) da bi se obezbijedilo maksimalno rasturanje. Osnovna razlika u upotrebi velikih i malih aviohemiskih bombi sastoji se u tome što će za istu količinu otrova u prvom slučaju biti malo prostorija koje su lako primjetljive i jako zatrovane, a u drugom slučaju biće znatan broj zatrovanih prostorija koje će biti teže otkriti i neutralisati.

Bombe sa kratkotrajnim bojnim otrovom. Kod kratkotrajnog bojnog otrova cijelokupna sadržina bombe obrazuje oblak blizu mjesta eksplozije i taj oblak se zatim širi i raznosi vjetrom. Pošto se oblak bojnog otrova širi, to postaje sve razređeniji, čime se njegov obim povećava. Pošto pređe znatno otstojanje, bojni otrov se u tolikoj mjeri razredi u vazduhu da postaje bezopasan. Brzina kojom razređivanje napreduje zavisi od vremenskih uslova, naročito od brzine vjetra.

Kada je slab vjetar ili kada ga nema, javlja se najopasnija situacija iako su dejstva prostorno ograničenja. Gust oblak bojnog otrova obrazuje se kod tačke eksplozije i ostaje u tom određenom području sve dok se postepeno ne raširi i razredi. Pošto je teži od vazduha, bojni otrov pronalazi svoje puteve za širenje i vazdušno strujanje u niska područja, podrumе, tunele, itd., a kada je jedanput tamo, onda se ne rasprostire tako lako kao na otvorenom terenu. Čim se jedanput bojni otrov uvuče u ograničen prostor, on više nije pod uticajem vjetra i vazdušnog strujanja koji vladaju napolju i zato može da bude opasan i onda kada je napolju zrak bezopasan za udisanje.

Bombe sa dugotrajnim bojnim otrovom. Bomba koja sadrži dugotrajan bojni otrov, tj. iperit, pravi veliku tečnu mrlju na mestu na koje udari i takođe pokriva znatnu površinu finim kapljicama. Stepen zatrovanosti i površina pogodjene prostorije zavisi od veličine bombe, od prirode terena i jačine vjetra. Kod tvrdog terena prodiranje je malo i tekućina se široko raspe iznad obližnje površine. Ako je, pak, vjetar naročito jak, kapljice koje se obrazuju eksplozijom bombe mogu da budu odnesene niz vjetar na znatna otstojanja.

Svako u blizini mjesta gdje bomba udari biće zatrovani tečnim kapljicama i mora da preduzme smesta mjere da bi izbjegao ozledu. Lica koja se kreću preko terena zatrovanih bojnim otrovom biće izložena ozledama ako stanu na tekućinu ili čak ako se zaprljaju blatom koje sadrži iperit, budući da iperit vrlo brzo prolazi kroz ci-

pele od obične kože. Ta opasnost može da postoji za nekoliko dana, sve dok se područje ne degazira ili zatvori da se onemogući kretanje po njemu. Opasna koncentracija pare dugotrajnog bojnog otrova može takođe da putuje niz vjetar na isti način kao i oblak kratkotrajnog bojnog otrova, iako obično nije efikasan na istim tim otstojanjima.

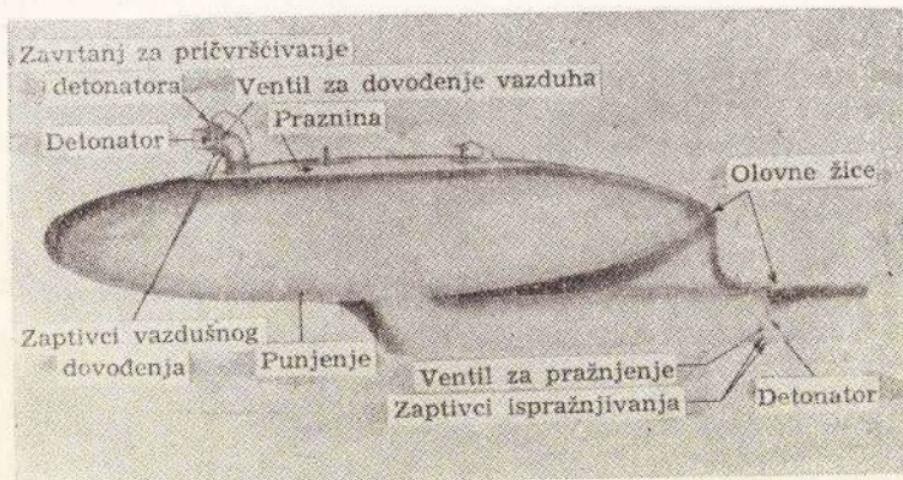
Aviohemiske i eksplozivne bombe. Vjerovatno najveća opasnost od vazdušnog napada je onda kada su aviohemiske bombe upotrijebljene zajedno sa eksplozivnim bombama. Rušeće dejstvo eksplozivnih bombi obično će razrušiti čak i najbolju zaštitu od bojnih otrova u zgradama i time omogućiti da bojni otrovi uđu u unutrašnjost zgrade gdje se mogu nagomilati u najvećim koncentracijama. Isto tako, materijalna šteta biće izazvana eksplozivima, a bojni otrov, naročito iperit, učiniće zadatku spasavanja i ukazivanja pomoći ranjenicima mnogo težim i opasnijim.

Prskanje bojnim otrovima. Najsavremeniji način puštanja bojnih otrova iz aviona je pomoću prskanja. Usled gubitaka od isparavanja postojani bojni otrovi mogu da budu efikasno prskani, i to samo sa relativno malih visina. Kada se dugotrajni bojni otrovi, kao što je iperit, prskaju iz aviona, tekućina pada u sitnim kapljicama iznad prilično velike površine. Na taj način jedan jedini lovac-bombarder, pod povoljnim uslovima, može da pokrije efikasnom koncentracijom iperita površinu od 1.000 jardi*) dugu i 200—300 jardi široku, a laki bombarder može da pokrije površinu dva puta većeg obima.

Tečne kapljice koje padaju iz aviona za prskanje mogu biti tako male da ne budu primijećene od ljudstva na koje padnu. Otuda je takvo prskanje izvor vrlo velike opasnosti, jer može da padne direktno na lice, vrat ili bilo koji drugi izloženi dio tijela a da se ne primijeti.

*) 1 jard = 91,439 cm. — Prim. red.

Opasnost za ljudstvo na otvorenom prostoru je, prema tome, očigledna, ali može biti u znatnoj mjeri izbjegnuta ako se ostane u zaklonu.

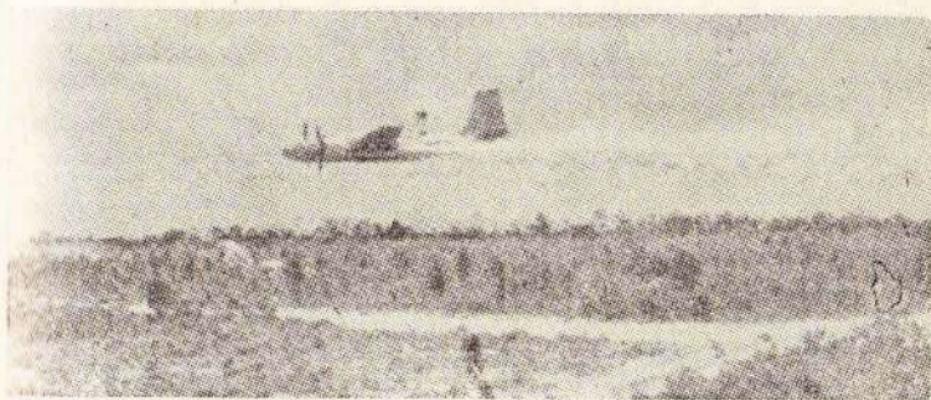


Sl. 14 — Aviohemiski pribor za prskanje

Aparat za prskanje. Ovaj aparat sastoji se uglavnom od: rezervoara koji sadrži hemisko sredstvo u tečnom stanju, od sredstva koje stvara unutar tenka pritisak dovoljan da izbacи tekućinu po željenoj mjeri prskanja, od cevi za izbacivanje tekućine u vazdušnu struju aviona i od slavine koja kontroliše izbacivanje. Rezervoar je po obimu i izgledu kao srednje teška bomba, a obešen je pomoću zakački za bombe ispod krila, tako da on može da bude odbačen u slučaju da propušta ili da bude oštećen od neprijateljske vatre. Pritisak, potreban da izbacи tekućinu iz tenka, dobija se pomoću Pito-cijevi, koja strši naprijed na vrhu rezervoara i okrenuta je prema čelu aviona, tako da let aviona izaziva vazdušni pritisak u rezervoaru, koji je proporcionalan sa brzinom leta. Neprekidnost (količina) izbacivanja hemiskog sredstva je na taj način proporcionalna brzini aviona, što obezbjeduje punu kontrolu koncentracije koja se prosipa nad površinom cilja. Cijev za izbacivanje proteže se ispod rezervoara na dovoljnom otstojanju da izbacuje tekućinu u

vazdušnu struju aviona, a da pri tome ne zatruje krila i trup aviona. Slavinom, koja kontroliše izbacivanje, upravlja se iz kabine tako da pilot može po volji da reguliše izbacivanje hemiskog sredstva (vidi sl. 14).

Kada je slavina otvorena, tečno hemisko sredstvo kulja kroz cijev za izbacivanje u vazduhu gde je podloženo dejstvu rasprskavanja i raspršivanja u sitne kapljice koje vazdušno strujanje raznosi. Zbog tendencije sitnih kapljica da lebde u zraku i da ih vjetar nosi, prskanje mora, pod normalnim uslovima, da bude izvršeno sa vrlo malih visina. Najbolji uslovi za dejstvo su od 50—100 jardi iznad zemlje, pri brzini vjetra od 5—15 milja na sat (vidi sl. 15). Pod specijalnim uslovima, kakvi postoje noću i rano ujutru, moguće je prskati sa nešto većih visina. Način prskanja menja se neposredno sa brzinom vjetra i visinom ispuštanja.



Sl. 15 — Raspršivanje hemikalija iz aviona (fotografija vazduhoplovstva Sjedinjenih Država)

Efikasnost hemiskih sredstava koja se prskaju leži u ogromnim koncentracijama koje mogu biti tačno ispuštene na ciljeve velikih površina. Ove velike koncentracije dolaze od toga što se tekućina brzo rasprskava i time ogromno rasprostire hemiska sredstva koja su momentano ispuštena i u ogromnim količinama iznad površine cilja. U takvom slučaju koncentracija u vazduhu je znatno

veća od bilo koje druge koja se dobija na neki drugi način rasipanja. Zbog toga je pribor za prskanje najekonomičnije i najefikasnije sredstvo koje je dosada pronađeno za rasturanje hemiskih sredstava i upotrebljava se u vazduhoplovstvima vodećih svjetskih sila.

Dejstva vazdušnog napada bojnim otrovima

Jedan laki bombarder koji nosi 100 bombi iperita od po 100 funti može da stvori u jednom letu iznad površine cilja, koja je duga 2—3 milje, 100 centara zatrovanja, od kojih je svaki približno 40 jardi u prečniku na otvorenom terenu. To čini cijelokupnu zatrovanošću površine od 126.000 kv. jardi, što je jednak sa sedam prosječnih gradskih blokova, za svaki bombarder. Svaka osoba na toj prostoriji koja nije potpuno zaštićena gasmaskom i odgovarajućom zaštitnom odjećom može da bude ozbiljno ozlijedena, ako nije odmah evakuisana u nezatrovani atmosferu, pa čak iako se odmah evakuišu, nezaštićene osobe će, vjerovatno, pretrpjeti izvjesna onesposobljavajuća dejstva.

U gustim gradskim naseljima će prosječno 25 od svakih 100 proizvoljno bačenih bombi pogoditi krov zgrade i eksplodirati u njenoj unutrašnjosti. U svakom takvom slučaju dolazi do vrlo ozbiljne situacije, s obzirom da svaka bomba sadrži dovoljno iperita da zatruje sve u zgradama koja je duga 120, a široka 100 stopa. Osim toga što će sve nezaštićeno ljudstvo u zgradama biti nesumnjivo više ili manje ozbiljno zatrovano, biće i stanovanje u zgradama opasno za nekoliko dana, čak iako se preduzme rad na degazaciji, uslijed teškoća da se degaziraju drveni i betonski zidovi, podovi, podrumi i teško pristupačne površine mašina itd.

Pisci obično zanemaruju ovo dejstvo dugotrajnih plikavaca unutar zgrada kada upoređuju relativna dejstva brizantnih eksploziva i bojnih otrova pri vazdušnim bombardovanjima. Oni se izgleda bave samo bojnim otrovom koji pada na ulicu ili na otvoreno tle i ukazuju kako se

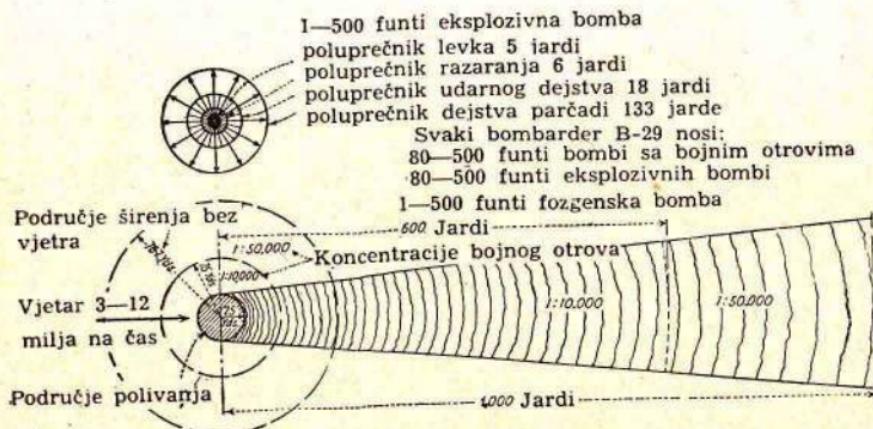
lako takav bojni otrov može da izbjegne ako se skloni unutar kuće i ako se zatvore svi prozori i vrata dok otrov ne izvjetri ili dok se ne neutrališe degazacijom. To je ustvari najbezopasnije dejstvo bombardovanja ili prskanja bojnim otrovom, pošto se otrov na otvorenom terenu najbrže raspada i najlakše neutrališe degazacijom. Daleko ozbiljniji je dugotrajan bojni otrov koji se zaliјepi za krovove i strane niskih zgrada, gdje je teško doći do njega da bi se neutralisao, a dovoljno je blizu da širi ozbiljne koncentracije pare. Najozbiljniji od svih je bojni otrov ispušten u unutrašnjost zgrade, kao što je to gore rečeno.

Drugi momenat, koji najčešće zanemaruju optimistički pisci koji se sasvim oslanjaju na zaštitu koju pružaju zatvorene zgrade, sastoji se u tome da je ljeti najčešće nemoguće duže zadržavanje u zgradama koja je potpuno zatvorena. Isto tako, upotreborom odgovarajućeg procenta eksplozivnih bombi u napadu sa bojnim otrovima, prozori i vrata biće razneseni, a bojni otrov će tada naći svoj put u zgrade koje bi inače bile prilično zaštićene od bojnih otrova.

To što je ranije rečeno za dejstvo dugotrajnih plikavaca, odnosi se takođe, više ili manje, i na kratkotrajne bojne otrove. Mada su gubici ozbiljniji sa kratkotrajnim bojnim otrovom, gustina po funti hemiskog sredstva je mnogo manja, a njihova postojanost se mjeri minutima umjesto satima i danima. Zbog toga nije vjerovatno da će kratkotrajan bojni otrov biti upotrijebljen u većim razmjerama u vazdušnim napadima na industriska postrojenja.

Sa druge strane, ako je politika agresorske zemlje da vrši pritisak na civilno stanovništvo svog protivnika putem direktnе vazdušne akcije u saglasnosti sa doktrinom »totalnog« ratovanja, moguće je da kratkotrajni bojni otrovi budu upotrijebljeni u velikim količinama u iznenadnim napadima na velike gradove. Napadi širokih razmjera kratkotrajnim bojnim otrovom izazvaće najozbiljnije gubitke i maksimalnu demoralizaciju među civilnim stanovništvom u gusto nastanjenim gradovima.

To će biti slučaj naročito onda kad napadnuti gradovi ne budu potpuno pripremljeni da takve napade dočekaju temeljitim organizacijom, obukom i opremom svoga građanstva.



Sl. 16 — Područja opasnosti od bombi

Napadi širokih razmjera kratkotrajnim bojnim otrovima, kao što su fozgen sa arseničnim dimom, pretstavljaju najsuroviju probu za protivhemiski odbranbeni sistem i izazivaju najveće moralno naprezanje naroda. Kada su takvi hemiski napadi praćeni eksplozivnim bombama, da bi se onemogućila protivhemiska zaštita u zgradama, može doći do znatnih žrtava i opšte demoralizacije stanovništva na osnovu neposrednog dejstva izazvanog tim otrovima.

Na slici 16 pokazane su uporedo površine koje pokrivaju iste količine eksplozivnih aviohemiskih bombi. Bombarder B-29 može da nosi teret od otprilike 10 tona bombi (20.000 funti). To je ekvivalent od 80*) eksplozivnih ili aviohemiskih bombi po 500 funti. Iz tabele 2 može se vidjeti da će jedna eksplozivna bomba od 500 funti stvoriti lijevak sa poluprečnikom od 5 jardi na pro-

*) Izgleda da se u originalu potkrala greška, te je umesto 40 stavljeno 80 bombi, pa su na toj bazi i u daljem tekstu pogrešno izvedeni proračuni. — Prim. red.

sjećnom zemljištu, da će izazvati razorno eksplozivno dejstvo na udaljenju od 18 jardi u poluprečniku i da će razbacati parčad na otstojanje od 133 jarda. Bomba sa kratkotrajnim bojnim otrovom od 500 funti zapljušnuće kružnu površinu u poluprečniku od 25 jardi, a koncentracijom od 1 do 10.000 pokriće kružnu površinu od 90 jardi u poluprečniku, što je smrtonosno pri desetominutnom izlaganju, a, ako ne duva vjetar, pokriće kružnu površinu u poluprečniku od 200 jardi opasnom koncentracijom od 1 do 50.000. Ako duva vjetar, smrtonosna površina će se protezati niz vjetar do otstojanja od 600 jardi, a opasna površina do otstojanja od 1.000 jardi.

Pod povoljnim uslovima bombarder B-29, koji nosi 80*) fozgenskih bombi od po 500 funti, može da obrazuje koncentraciju koja je smrtonosna pri desetominutnoj izloženosti na 80*) kružnih površina, od kojih je svaka sa prečnikom od 180 jardi. Prema tome, bombarder B-29 u jednom letu može da prekrije 2/3*) kvadratne milje smrtonosnom koncentracijom bojnog otrova, tako da će svaka nezaštićena osoba, koja bude izložena u toku od 10 minuta, biti ozbiljno ozlijedena, a više od polovine će ih umrijeti. Uporedo sa tom smrtonosnom površinom, bojni otrov će biti odnesen niz vjetar u postupno smanjujućoj jačini i pokriće dopunska površinu istog obima koncentracijom dovoljnom da izazove manje ozbiljne, ne-smrtonosne ozlede.

Čak i ako se ne uzme u obzir ova dopunska opasna površina, bilo bi teorijski moguće da se veliki grad, kao što je Njujork (površina od 300 kvadratnih milja), prekrije smrtonosnom koncentracijom fozgена sa ukupno 450*) bombardera B-29. Iako je nevjerojatno da će se preduzeti vazdušni napadi bojnim otrovom takvih kolosalnih razmjera, ipak je potpuno moguće da zbijene poslovne četvrti velikih gradova budu tako napadnute, te jedino najbrižljivije pripreme da se suprotstave takvim napadima mogu spriječiti paniku i velike nesreće.

Dugotrajni plikavci, u velikom broju malih bombi ili pri prskanju (polivanju), pokazali bi se takođe vrlo

*) Vidi str. 88

opasni protiv gustih četvrti velikih gradova. Iako će dio prosute tečnosti, koji padne na krovove višespratnica, najvećim dijelom ispariti u gornje slojeve zraka i time biti neefikasan za nanošenje žrtava, ipak se mora voditi računa o tome da u svakom prosječnom gradu ove zemlje četiri petine površine čine ulice i otvoreno zemljište, tako da će 80 procenata bojnog otrova dospjeti do tla. Takođe, s obzirom na to da bombe i tečnost kojom se prska ne padaju vertikalno već pod uglom, jedan znatan procenat će pogoditi zidove zgrada i tako formirati centre zatrovanja koji se ne mogu odmah dosegnuti sredstvima degazacije.

Iako je tačno da se bojni otrovi obično ne dižu iznad zemlje više od nekoliko stopa, ipak rasprskana tekućina i kapljice iz bombi koje eksplodiraju mogu vjetrom da budu poneseni na mnogo veću visinu, a i zatrovani krovovi i zidovi zgrada će takođe dati izvjesnu količinu opasne pare iznad običnog nivoa bojnog otrova na ulici. Ipak, ako su prozori i vrata zatvoreni, sobe na trećem i višim spratovima biće relativno sigurne za nekoliko časova od opasnih koncentracija i zato su najbolja prirodna skloništa od hemiskih napada. Iz tog razloga su veliki metropski centri sa mnogim visokim zgradama, kao Njujork, u potpunosti bezbjedni od hemiskog napada, razumije se ako narod ostane hladnokrvan i ako zna šta treba da radi.

Oslanjati se na obične zgrade kao zaštitu od bojnih otrova pretstavlja veliku opasnost pošto je vjerovatno da će eksplozivne bombe biti upotrebljavane zajedno sa bojnim otrovom u napadima i da će, na taj način, mnogi prozori i vrata biti tako oštećeni da će omogućiti brzo prodiranje bojnog otrova u zgradu. Čim je jedanput unutra, bojni otrov se ne rasplinjuje tako brzo rasturanjem i miješanjem sa vazduhom, već teži da ostane u jakim koncentracijama i da se zadrži duže nego napolju. Isto tako je moguće da ventilacioni sistemi u mnogim velikim zgradama ustanova ustvari povećaju cirkulaciju i prošire bojni otrov kroz zgrade.

Možda elemenat iznenadenja pretstavlja najveću opasnost od vazdušnih napada bojnim otrovom za velike

gradove, jer će zateći veliki broj ljudi na ulicama i otvorenim mjestima bez ikakve zaštite. Zbog tehnike približavanja u niskom letu i zaštite koju pružaju mrak i rđavo vrijeme, izgleda da zasada postoje male mogućnosti da se spriječe neočekivani i iznenadni vazdušni napadi.

Na kraju, veliko *moralno dejstvo* izazvano bojnim otrovima mora uvijek da bude uzeto u odzir. Strah od nepoznatog i neviđenog uvijek izaziva snažnu psihološku reakciju u ljudskoj svijesti, tako da nepoznavanje mogućnosti i ograničenja bojnih otrova mogu lako u gomili da izazovu snažnu paniku. Ovo je naročito tačno za civilno stanovništvo koje nije obučeno i disciplinovano kada se sučeli sa iznenadnim događajima. Govori se da je Napoleon rekao da je u ratu odnos moralnog faktora prema fizičkom 3 prema 1. Možda nije pretjerano da se doda da je u hemiskom ratovanju moralni faktor prema fizičkom kao 100 prema 1. Zato su masovno obučavanje i brižljivo organizovanje civilnog stanovništva neophodni da bi se spriječila ubitačna panika onda kada su gradovi podvrgnuti vazdušnom napadu i, naročito, kada su hemiska sredstva upotrijebljena u takvim napadima.

Što se tiče demoralizirajućeg dejstva vazdušnog napada sa bojnim otrovom na velike gradove, interesantno je da se citira sljedeće gledište eminentnog britanskog vojnog autoriteta, generala J. F. C. Fuller-a (Fuller), koje je izloženo u njegovoj knjizi *The Reformation of War (Reforma rata)*.

»Ja vjerujem da će u budućem ratovanju veliki gradovi, kao London, biti napadnuti iz vazduha — i da flota od 500 aviona, od kojih svaki nosi 500 bombi od po 10 funti, uzmimo iperita, može izazvati 200.000 manjih žrtava i baciti čitav grad u paniku u toku pola sata od njihovog dolaska. Predočite sebi, ako možete, kakav će biti rezultat: London će biti u toku nekoliko dana ogromna pokretna ludnica, bolnice će biti preplavljenе, saobraćaj će prestati, beskućnici će vapiti za pomoć, grad će biti demonsko prebivalište. Šta će biti od Vlade u Westminsteru? Odneće je lavina terora. Tada će neprijatelj diktirati svoje uslove, za koje ćemo se uhvatiti kao utopljenik za slamku. Tako rat može da bude dobijen za četrdeset osam časova, a gubici pobjedničke strane mogu da budu ravni nuli.«

Razumje se, ovakva slika demoralizacije odnosi se na civilno stanovništvo koje nije obučila i pripremila civilna zaštita da dočeka napade bojnim otrovima.

Dimne bombe i prskanje. Zadimljavanje velikih razmjera sa postavljanjem dimnih zavjesa i pokrивki može se izvoditi iz aviona pomoću bombi ili aparatima za prskanje istih vrsta kao i za prskanje bojnih otrova, ali su takve akcije taktičke prirode i preduzimaju se za podršku trupa na bojištu, te se ne primjenjuju za civilno stanovništvo. Sa druge strane, civilno stanovništvo će biti zahvaćeno velikim dimnim zavjesama koje će stvarati generatori za zadimljavanje terena, koji će biti postavljeni na važnim mjestima oko većih industrijskih postrojenja, kao što su čeličane, da ih zaklone od neprijateljskog osmatranja iz vazduha. Mada su dimne zavjese bezopasne, njihovo upotrebljavanje stvara teškoće u saobraćaju i kontroli te će za njih biti potrebne specijalne mjere.

Sadašnje stanje hemiskih sredstava. Iako hemiska sredstva nisu bila upotrijebljena u Drugom svjetskom ratu, znamo da su i Njemačka i Japan potpuno bili spremni da otpočnu hemisko ratovanje, samo da su odlučili da to učine. U periodu između svjetskih ratova, oboje su ne samo znatno poboljšali tehniku upotrebe hemiskih sredstava u ratu, nego su, takođe, pronašli i pripremili ogromne zalihe novih i moćnijih hemiskih sredstava koja bi nesumnjivo bila daleko efikasnija od onih koja su postigla tako izvanredne rezultate u Prvom svjetskom ratu. Neka od ovih hemiskih sredstava otkrile su i zaplijenile američke armije koje su okupirale Njemačku i Japan u Drugom svjetskom ratu, a osobine tih sredstava bile su poslije toga uporno studirane da bi se upoznala njihova dejstva. Najveći dio znanja koje se dobilo tim putem nije bio objavljen, ali iz onog što je publikovano može se slobodno reći da je bila sreća za naše armije i za čitav svijet uopšte što neprijatelji nisu odlučili da povedu protiv nas hemiski rat.

Sa stanovišta današnjeg našeg poznavanja hemiske ratne situacije u Drugom svjetskom ratu, izgleda čudno da hemiska sredstva nisu bila upotrijebljena u ratu. Razlozi za to nisu potpuno jasni čak ni danas. Da je Nje-

mačka upotrijebila hemiska sredstva protiv naših invazionih snaga na obalama Normandije, to bi nesumnjivo znatno povećalo naše teškoće i moglo bi dovesti u opasnosti naš uspjeh velikim brojem žrtava koje bismo pretrpjeli. Njemci bi takođe mogli postići ogromno preim秉tvo upotrebom dugotrajnih bojnih otrova, kao što je iperit, ili njihovog novog azotnog iperita, protiv Rusa za vrijeme svog povlačenja iz Rusije u 1945 godini. Zašto, dakle, Njemci nisu upotrijebili bojne otrove? Odgovor na ovo pitanje vjerovatno bi trebalo da se nađe u ličnoj odvratnosti samog Hitlera. On je dva puta bio ozbiljno trovan bojnim otrovima u Prvom svjetskom ratu i bio je u bolnici gdje se lječio od iperita kada je zaključeno primirje. Zato je on lično duboko cenio moć hemiskog ratovanja. On se, takođe, sjećao kako je slabo Njemačka prošla zato što je otpočela sa hemiskim ratom. Bez obzira na početne prednosti koje su Njemci postigli svojim ranim napadima bojnim otrovima u Prvom svjetskom ratu, njihovi neprijatelji su bili sposobni ne samo da izjednače preim秉tvo, nego i da upotrijebe bojni otrov u daleko većim razmjerama i da nanesu veću štetu njemačkim armijama nego što su oni pretrpili od tog oružja. Otuda nije teško shvatiti da su ovakve pobude spriječile Hitlera da povede hemiski rat.

General-major Viljem N. Porter, načelnik hemiske službe vojske SAD, raspravljujući o tome da li će bojni otrovi biti upotrebljeni u Drugom svjetskom ratu, rekao je u martu 1942;

»Da li će biti upotrijeljeni bojni otrovi zavisi jedino od toga da li jedna strana smatra da će koristi daleko prevazići štetne posledice te upotrebe. Dosada nijedna strana nije tako zaključila. Dugotrajan bojni otrov je prvenstveno odbranbeno oružje. Krajem 1941 godine njegova upotreba bi bila od daleko veće vrijednosti za Ruse koji su se povlačili nego za Njemce koji su napredovali. Hitler razumije vrlo dobro da bi iperit na britanskim obalama materijalno povećao teškoće invazije. Sa druge strane, da je nacistički *Firer* povjeroval da bi jedan gigantski svemoćan udar bojnim otrovima dobio rat za njega, on bi ga nesumnjivo upotrijebio.«

Upotreba bojnih otrova protiv civilnog stanovništva. Bez obzira na to što su dokazani njihova efikasnost u

nanošenju žrtava i njihov moćni moralni efekat, bojni otrovi nisu bili upotrijebljeni protiv *civilnog stanovništva* čak ni u Prvom svjetskom ratu. I u ovom slučaju, takođe, može se razumjeti ova posebna činjenica samo ako se poveže sa strahom od odmazde. Bez obzira na razlog zašto nisu bili upotrijebljeni protiv civilnog stanovništva do danas, nijedna nacija ne smije da se osloni na to da će takva situacija trajati i ubuduće. Svako zna kakve žrtve i demoralizirajuću snagu izaziva bojni otrov protiv disciplinovanih trupa koje su opremljene i obučene u tehnički odbrane od bojnih otrova. Na osnovu toga znanja može se lako uočiti kakvu bi vjerovatnu katastrofu nanijeli napadi bojnim otrovima na nedisciplinovano i nepripremljeno civilno stanovništvo. Upravo ta velika povredljivost nepripremljenog civilnog stanovništva sačinjava glavnu opasnost od vazdušnih napada bojnim otrovima na naše gradove u bilo kojem budućem ratu. Čak, može se slobodno reći, ukoliko smo više nepripremljeni da zaštитimo svoje civilno stanovništvo od bojnih otrova, utoliko više izazivamo takve napade i povećavamo njihovu vjerovatnoću. Otuda se i najveće obezbjeđenje od vazdušnih napada bojnim otrovom na naše gradove sastoji u tome da se preduzmu svi mogući koraci u vrijeme mira da bi se pripremilo za takvu eventualnost.

Uloga hemiskih sredstava u budućem ratovanju. Uvođenje hemiskih sredstava u Prvi svjetski rat je ne samo izmijenilo karakter modernog ratovanja, nego je bilo praćeno i izvanrednim ubrzanjem razvijanja vojnog oružja. Tako, prošlo je više od jednog stoljeća otkako su Britanci prvi put upotrijebili top na bojnom polju u bici kod Kresija, a nije se zabilježilo znatnije poboljšanje artiljerijske moći, dok je hemisko ratovanje u roku samo nekoliko godina napredovalo od neprovjerene teorije do priznatog sredstva modernog rata. Uprkos dokazane efikasnosti hemikalija u Prvom svjetskom ratu, sredstva i metodi koji su primijenjeni u tome sukobu izgledaju kao primitivni i slabi počeci ako se gledaju kroz svjetlost našeg današnjeg poznavanja nauke hemiskog ratovanja i njegovih širokih mogućnosti masovnog uništavanja. Ipak, to što hemikalije nisu upotrijebljene u Drugom svjetskom

ratu otežava procjenu njihove uloge u budućem ratovanju. Mi možemo samo ukazati na činjenicu da i ratna istorija pokazuje da će nacije koristiti svako borbeno sredstvo koje bi moglo da im pruži neko preim秉stvo nad njihovim protivnicima, bez obzira na bilo kakvo shvatanje čovečnosti i ugovornih obaveza u odnosu na to. Isto tako je tačno da oružje, ako je jedanput dokazalo svoju efikasnost u ratu, nikada nije bilo napušteno sve dotle dok nije prevaziđeno efikasnijim oružjem. Svaka odgovorna vlada mora zbog toga da shvati da je upotreba hemikalija u budućem ratu vjerovatna i da prema tome treba da se upravlja.

Upotreba bojnih otrova protiv civilnog stanovništva, u najmanju ruku u prvim etapama budućeg rata, može više da dođe u pitanje, izuzev ako je odmazda na ranije neprijateljske napade bojnim otrovima ili atomskim sredstvima. Potreba za odmazdu bilo kojim sredstvima masovnog razaranja, čak i protiv civilnog stanovništva, može da preovlada kada se jedanput atomska sredstva upotrijebe, naročito ako takvih sredstava nema na raspolaganju u dovoljnim količinama da bi se dobio rat. Zbog toga moramo računati sa vjerovatnoćom da će naši gradovi biti podvrgnuti vazdušnim napadima u kojima će hemiska sredstva igrati izvanrednu ulogu u svakom većem ratu u koji bi bila uvučena naša zemlja.

5

ZAPALJIVA SREDSTVA

Definicija

Zapaljivo sredstvo je hemikalija sposobna da neposredno izazove požar materijalnih ciljeva ili da izazove ozlede ljudstvu putem opekotina. U odnosu na civilno stanovništvo, prvi od ova dva efekta je od daleko većeg značaja i upravo to je glavni razlog da se upotrebljavaju zapaljiva sredstva u vazdušnim napadima na gradove.

Mehanizam dejstva

Poslije dodira sa vazduhom, zapaljivo sredstvo se pali i podleže procesu snažnog sagorijevanja u kome se razvijaju dovoljna toplota i plamen da mogu da zapale običan zapaljivi materijal. Činjenica da eksplozivi često izazivaju požare koji se pojavljuju u zapaljivim zgradama koje su oštećene eksplozijom ne znači da su eksplozivi, sami po sebi, efikasna zapaljiva sredstva. Naprotiv, zapaljiva snaga svakog eksploziva je vrlo ograničena, bez obzira na to što je ogromna količina toplote razvijena eksplozijom. Ovo dolazi otuda što je udarno dejstvo eksplozije tako veliko da će, čak ako se neki zapaljivi materijal i zapali toplotom eksplozije, plamen biti ugašen udarom. Požari koje izazivaju projektili sa eksplozivom gotovo uvijek potiču od drugostepenih izvora, kao što su oštećeni gasovodi, kratki električni spojevi i slično, koji stupaju u dejstvo *udarom eksplozije*.

Ova razlika u moći između zapaljivih sredstava i eksploziva da izazivaju požar obično se nije uzimala u obzir sve dok se nije dokazala efikasnošću njemačkih zapaljivih bombi na engleskim gradovima 1940. godine. Tada je odmah postalo jasno da su zapaljiva sredstva daleko efikasnija od eksploziva u izazivanju požara u rejonima ciljeva i zato su zapaljive bombe zamjenjivale eksplozivne bombe u sve većim količinama kroz čitav Drugi svjetski rat.

Vrste zapaljivih sredstava

Zapaljiva sredstva se, tehnički, dijele na četiri vrste:

- 1) samozapaljive materije, kao što su fosfor i natrijum,
- 2) metalni oksidi, kao što su termit i termat, 3) oksidirajući zapaljivi metali, kao što je magnezijum, 4) materijali koji gore i koji se upotrebljavaju kao takvi, naprimjer, smola, katran, celuloid, čvrsto ulje, zapaljive tečnosti i ulje.

Samozapaljivi materijali. U ovoj vrsti zapaljivih sredstava fosfor je daleko najznačajniji. To je otvorenožuta materija čvrstine voska, koja se, ako je izložena vazduhu, spaja sa kiseonikom, zapaljuje i gori snažno. Kada je u dodiru sa zapaljivim materijama koje mogu biti zapaljene poslije kratkog dejstva slabijeg plamena, fosfor je efikasan u zapaljivanju takvih materija. On je bio, zbog toga, glavno sredstvo za zapaljivanje šuma, usjeva itd. Ipak, za paljenje drvenih građevina i materija koje je teže zapaliti, fosfor ima malu vrijednost, uglavnom zbog svoje niske temperature sagorijevanja i izvanredne zaštite od vatre koju daju fosforni oksidi koje fosfor proizvodi svojim sagorijevanjem.

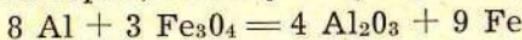
Osim toga što pali materijal, fosfor vrlo efikasno deluje i protiv ljudstva. Kada se rasprši iz projektila koji eksplodiraju nad glavama, fosfor pada kao kiša u zapaljivim česticama koje prijanjaju za odjeću i ne mogu se otresti ili ugasiti. Veće čestice brzo progorijevaju odijelo i izazivaju bolne opekotine koje se teško i dugo liječe. Ova njegova svojstva brzo su bila poznata trupama, te je

zato bio smatran opasnim i uvijek je izazivao demoralizirajuće dejstvo, daleko veće nego što odgovara stvarno nanetim žrtvama.

Pošto se fosfor lako rastvara u ugljen-disulfidu, koji je sam po sebi jako zapaljiv, ta mješavina je bila među prvim samozapaljivim tečnostima koje su bile isprobane. Ipak, ona nije odgovarala zahtjevima u nizu slučajeva, naročito u pogledu trajanja i snage plamena koji je bio potreban da bi se izazvao požar običnih zapaljivih materijala. Međutim, ako bi se dodalo benzina ili katranskih ulja, potrebnih da se proširi i održi plamen, mješavina bi postala efikasno tečno zapaljivo sredstvo.

Zadovoljavajuća samozapaljiva tečnost ima široko polje primene iz aviona, s obzirom da bombe koje su napunjene njome mogu da budu vrlo efikasne protiv ciljeva od lake drvene konstrukcije. Ako se paljenje reguliše tako da ono nastupi pošto prođe dovoljno vremena od padanja tečnosti na cilj, moguće je da se ona sa izvanrednom efikasnošću rasipa noću iz niskoletéih lovačko-bombarderskih aviona iznad relativno velike površine.

Metalni oksidi (termit). U ovoj vrsti zapaljivih sredstava *termit* je daleko najznačajniji. To je mješavina oksida gvožđa i aluminijuma u prahu, koja se već dugo vremena upotrebljava u industriji za spajanje gvožđa i čelika. Kada se zapali, ova smjesa djeluje na sljedeći način:



i izaziva ogromnu temperaturu (758.000 kalorija po gram-molekulu). Ova toplota je dovoljna da podigne temperaturu reakcije do oko 3.000°C , a rastopljena šljaka, koja se time izazove, produžava dejstvo toplote i pošto reakcija prestane. Ipak, kada se termit sam upotrebljava, slaba mu je strana u tome što je njegovo zapaljivo dejstvo ograničeno na malu površinu, a vrlo veliki procenat njegove toplotne energije se gubi zato što se tako brzo oslobađa. Protiv lako zapaljivih materija, koje dozvoljavaju lako širenje požara, termit je vrlo efikasan. Ali, s obzirom da takve materije često ne postoje kod ciljeva, to je ideja da se one stave sa termitom u napravu za paljenje bila vrlo rano usvojena.

Za paljenje termita koji se upotrebljava u spravama kad se ne želi da se sadržaj prospe, našlo se da najbolje odgovara upaljač koji se sastoji od fino podijeljenog aluminijumovog i barijevog peroksida, pomiješanog sa izvjesnom količinom grubog aluminijuma i crnog oksida gvožđa. Ovaj upaljač nema eksplozivnu reakciju te se može staviti u dejstvo eksplozijom crnog baruta, mada su najbolji rezultati dobijeni upotrebom »inicijalnog« punjenja koje je sastavljeno od reduciranog gvožđa i kalijevog nitrata zbijenog na njegovom vrhu.

Pokazalo se da je za izazivanje požara termit bio daleko najefikasnija materija koja je upotrebljavana u Prvom svjetskom ratu, a kao pomoćna zapaljiva materija koja treba da produži požar bio je slabiji od zapaljive tečnosti, bilo da se ona upotrebljava kao takva, bilo da je apsorbovana u odgovarajućem sredstvu, kao što je čvrsto ulje, koje gori sa velikim plamenom i može da izazove požar čak i takvog objekta koji se teško pali. Pri upotrebi primarnog termita kao prvostepenog zapaljivog sredstva iskorišćava se ogromna količina toplote koja se odjedanput ispušta, a drugostepena materija otpočinje svoje dejstvo ogromnim snopom plamena koji je vrlo efikasan.

Modifikovan termit (termat). Za opštu vojnu upotrebu od termitske mješavine zahtjeva se da ona dejstvuje pravilno pod svim uslovima upotrebe i da reakcija izaziva željene efekte, a pošto je od malog značaja kakvi su proizvodi reakcije, jasno je da se sastav mješavine može u velikoj mjeri mijenjati.

U Prvom svjetskom ratu bile su napravljene aluminijumsko-termitske mješavine, u koje su bila uključena oksidirajuća sredstva (druga osim oksida), a Britanci su za svoje prve zapaljive bombe bili proizveli specijalan zapaljivi termit. Ova mješavina se sastojala od aluminijuma u prahu, 3 dijela; nitrata barijuma, 6 dijelova; jedinjenja Fe_3O_4 , 8 dijelova; a u bombama je bila komprimirana na polovinu svoje prvobitne zapremine.

Oksidirajući zapaljivi metali (magnezijum). U vremenu između dva svjetska rata Njemci su stvorili nov

tip zapaljivog sredstva u kome je termit bio upotrijebljen kao prvostepena zapaljiva materija, a metalni *magnezijum* bio je glavni zapaljivi materijal koji je, pošto se zapali, bio sposoban da gori znatno vrijeme velikim i vrelim plamenom. Magnezijum je lak, tvrd, lako obradiv metal, sa specifičnom težinom 1,74, koji se topi na 651°C (1.204°F), a ključa na 1.110°C (2.030°F). U dodiru sa vazduhom lako potamni, a pri atmosferskim temperaturama je postojan ako nije u prahu. Kada se zagrijeva do tačke svog paljenja, silovito se spaja sa kiseonikom, gori osljepljujuće bijelim plamenom i ne može da se ugasi vodom. Gorenjem se potpuno uništava i zato ne ostavlja šljaku kao što je slučaj kod termita. U kombinaciji sa termitom, magnezijum je bio jedno od najefikasnijih zapaljivih sredstava upotrebljavanih u Drugom svjetskom ratu.

Oksidirajuće zapaljive smješe. Zapaljive smješe koje sadrže *neorgansko oksidirajuće sredstvo*, kao što je barijumov ili kalijev nitrat, oksid barijuma ili olova, ili kalijev perhlorat, u kombinaciji sa *sagorljivim materijama*, kao što su ugljen, sumpor, magnezijum, aluminijum ili organski spojevi, označuju se izvornim imenom *oksidirajuće zapaljive smješe*. Takve smješe bile su upotrebljavane u ograničenim razmjerama u avionskim bombama u početku Prvog svjetskog rata, ali su bile kasnije zamjenjene smješama termitskog tipa.

Zapaljive materije (upotrebljavane kao takve). Pod ovom vrstom podrazumijevaju se one zapaljive materije koje su upotrebljavane kao takve, bez dodavanja oksidnih sredstava, a uključuju sljedeće supstance: petrolejska ulja, ugljeni disulfid, proizvode destilacije drveta, smole, katan, celuloid i različite vrste zapaljivih ulja i tečnosti koje nisu samozapaljive.

Dva su osnovna načina upotrebe ovih materija: prvo, kao drugostepenog zapaljivog materijala, koji će da proširi i produži zapaljivo dejstvo primarne materije, u velikim bombama za bacanje i projektilima, i, drugo, kao tečnog zapaljivog sredstva.

U razvitu jakog tipa zapaljivih bombi za bacanje, koje su napravljene radi izazivanja požara teških drvenih konstrukcija i drugih ciljeva relativno teških za zapaljivanje, pronašlo se vrlo rano da takve naprave moraju da sadrže izvjesne materije koje brzo djeluju i koje proizvode visoku temperaturu, kao što je termit, i da će veća količina zapaljivog materijala, kada bude zapaljena termitom, goreti ogromnim vrelim plamenom dosta dugo vremena i time učiniti cilj još zapaljivijim.

U osnovi, termit i magnezijum nikako nisu najbolje materije za proizvođenje toplote. Druge materije, kao što su petrolej, smola, fosfor i natrijum, kada gore proizvode mnogo veću količinu toplote nego termit; petrolej, posebno, po gramu težine proizvodi približno dvaput toliko toplote koliko magnezijum. Količina toplote proizvedena po gramu ovih materija data je u sljedećoj tablici:

Materija	Proizvedena toplota, gram-kalorija
petrolej (običan) (benzin i nafta)	11.000
katran	8.400
magnezijum	6.000
fosfor	5.900
natrijum	2.200
termit	800

Izuvez magnezijuma, sve gornje materije bile su za vrijeme Prvog svjetskog rata upotrebljavane kao zapaljiva sredstva, bilo posebno ili u kombinaciji sa nekom drugom. Iako sve znatno prevazilaze termit kao izvori toplote, one imaju druga svojstva koja se suprotstavljaju njihovoј efikasnosti kao zapaljivih sredstava. Tako, petrolej nije prikladan da se koristi u malim zapaljivim bombama s obzirom na njegovu malu težinu. Bomba od 2 funte, napunjena benzinom, naprimjer, sadržavala bi manje od 1 pajnta*) goriva, a njena toplotna vrijednost,

* 1 pajnt (pint) = 1/8 galona = 0,5679 litara — Prim. red.

kad se raspe po površini, bila bi relativno mala. Isto tako, zapaljivo dejstvo petroleja je uglavnom cijelokupno usmjereni uvis i zato može da izgori velika količina na drvenom podu a da ne počini neku ozbiljnu štetu. Fosfor, takođe, gori prilično lagano i relativno hladnim plamenom. On se, takođe, topi i obrazuje naslagu preko materijala sa kojim je u dodiru i time ga čini manje sagorljivim. Zbog toga on nije vrlo dobro zapaljivo sredstvo, iako je bio široko upotrebljavan za vrijeme Prvog svjetskog rata.

Cvrsto ulje (Solid Oil). Između dva svjetska rata bilo je preduzeto sistematsko istraživanje da bi se našla i ostvarila što je moguće idealnija zapaljiva materija za avionske bombe, koja bi odgovarala sljedećim zahtjevima:

1. — da gori znatno vrijeme vrlo velikim vrelim plamenom;
2. — da čini vrlo zapaljivom ne samo sagorljivu materiju na kojoj se nađe, nego i materiju na znatnoj površini oko nje;
3. — da praktično ne sadrži materiju koja nije veoma zapaljiva ili koja ne bi doprinosila sagorijevanju;
4. — da ne pretstavlja veliki problem za proizvodnju, cijenu, transport ili upotrebu.

Kao rezultat širokog ispitivanja materija, koje bi odgovorile gornjim zahtjevima, pronađeno je da laka petrolejska ulja posjeduju najželjenija zapaljiva svojstva i da je jedina njihova slaba strana bila njihovo tečno stanje. Da bi se otklonio ovaj nedostatak, vršeni su eksperimenti da se uljane smješe učine čvrstim pomoću koloidalnih materija. Poslije znatnog istraživanja utvrđen je proces kojim se stalna čvrsta mješavina ulja, koja odgovara svim zahtjevima, može da pripremi jednostavno i jeftino. Ova čvrsta mješavina, prozvana »čvrsto ulje«, sadrži mali procenat tečnosti relativno niske tačke paljenja i ogroman procenat tečnosti prosječno visoke tačke paljenja. Takva mješavina plane odmah, s obzirom na tečnost niske tačke paljenja, a sagorijevanje ove tečnosti proizvodi potrebnu toplotu za topljenje i zapaljivanje materije visoke tačke paljenja, koja se tada rasprostranjuje naširoko, prodire u materiju sa kojom dolazi u dodir i obavezno je čini

zapaljivom. Najbolji rezultati bili su postignuti sa destilisanim gorivnim uljima u granicama tačaka paljenja od 170—225°C. Sirovine koje ulaze u proizvodnju čvrstog ulja lako se dobijaju, a njihovo spremanje i punjenje u bombe za bacanje ne pretstavljaju teškoće.

Za vrijeme Drugog svjetskog rata mi smo otkrili i upotrebljavali dva zapaljiva sredstva tipa čvrstog ulja: saponifikaciju benzina u butilmekrilatu i, drugo, benzin saponifikovan u napalmu. To je davalo tvrde materije, slične želatinu, koje su se mogle lako puniti u bombe od lakog metala i paliti eksplozivnim punjenjem koje se upotrebljavalo za eksploziju bombe. Poslije eksplozije bombe, ova punjenja su se rasprskavala u komadiće koji su se čvrsto pripijali za svaki materijal sa kojim bi došli u dodir i snažno goreli vrelim plamenom dovoljno dugo vremena da zapale svaki obično zapaljiv materijal. Protiv lakoća drvenih građevina, kao što su građevine u gradovima u Japanu, ova zapaljiva sredstva bila su čak efikasnija od kombinacije termit-magnezijuma.

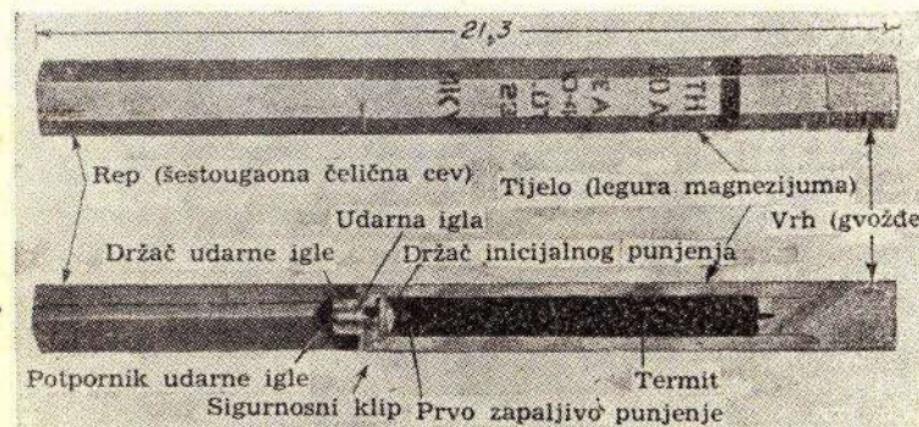
Zapaljiva sredstva koja se upotrebljavaju u vazdušnom napadu

Zapaljive materije, kao i bojni otrovi, mogu biti upotrijebljene u vazdušnom napadu u obliku bombi ili se mogu prskanjem baciti na cilj. Bombardovanje zapaljivim sredstvima uglavnom se izvodi bombarderima sa velikih visina i po ciljevima sa velikim prostranstvima, dok zapaljivo prskanje mogu efikasno da primijene samo niskolетеći jurišni avioni, i to na ograničenim površinama.

Zapaljive bombe. Na osnovu iskustva iz Drugog svjetskog rata stvorena su dva tipa zapaljivih bombi: za površinsko i za intenzivno dejstvo, što zavisi od cilja upotrebe. Prvi tip je namijenjen za napad na objekte prostranih površina, kao što su gradovi, kad je cilj da se izazove široko rasprostranjen požar među građevinama i materijalom koji se lako pale i sagorijevaju, a drugi tip je namijenjen za izazivanje požara kod specijalnih zgrada

i postrojenja teške konstrukcije koje je teže zapaliti. Tip bombi za površinsko dejstvo može da bude magnezijumove vrste ili od čvrstog ulja, a po veličini varira od 2—6 funti, i upotrebljava se da bi se datim tovarom bombi izazvao maksimalan broj požara. Intenzivni tip bombi je od čvrstog ulja i po veličini varira od 100—500 funti.

Magnezijumova bomba od 4 funte. U početku Drugog svjetskog rata Britanci i Amerikanci su upotrebljavali magnezijumovu bombu od 2 funte, koja je bila kopija njemačke elektronske bombe od 1 kilograma. Ipak, ubrzno



Sl. 17 — Magnezijumska bomba (4 funte)

je otkriveno da takve bombe imaju dvije ozbiljne slabosti. One su suviše lake da bi probile teške krovove i sa velikim visinama ne mogu da budu bačene sa zadovoljavajućom tačnošću i gustinom na površinu cilja. Da bismo savladali ove teškoće, mi smo povećali težinu bombe od 2 na 4 funte i preinačili punjenje dodajući termitu neka oksidaciona sredstva, i ova nova mješavina nazvana je »termat« (vidi sl. 17). Pošto je težina bombe bila povećana od 2 na 4 funte, one su bile osposobljene da probiju teške krovove i jednu ili više drvenih tavanica ispod krova.

Kada magnezijumova bomba udari u cilj, termatsko punjenje se pali i skoro 1 minut snažno gori razvijajući

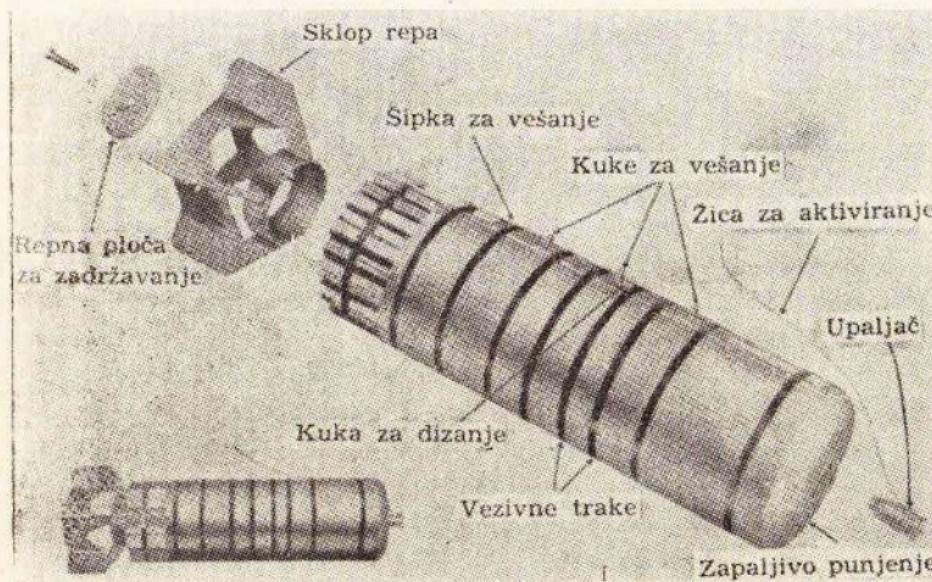
temperaturu od oko 3.000°C , kojom topi i zapaljuje magnezijumovu košuljicu, koja gori manje snažno otprilike 15 minuta. Za vrijeme dok termat gori, reakcija sagorijevanja je vrlo snažna, kroz otvore na bombi izlaze mlazevi plamena, a komadi rastopljenog magnezijuma lete često na otstojanje od 50 stopa. Pošto termat sadrži svoj vlastiti kiseonik, to ne može da bude ugašen polivanjem ili pokrivanjem, ali magnezijum, da bi mogao goreti, mora da dobija kiseonik iz vazduha ili okolnih materija. Izuzev nekoliko unci u željeznom vrhu i upaljaču, cijelokupna magnezijumova bomba sagori pri reakciji sagorijevanja — što čini ovaj tip bombe veoma efikasnim.

Da bi se spriječilo uklanjanje magnezijumovih bombi koje gore na zgradama, manji procenat njih je snabdjeven eksplozivnim punjenjem, dovoljnim da izazove eksploziju znatne snage da bi ih učinilo opasnim za osobu koja im se približi sa namerom da ih ukloni. Ove bombe su bile upotrijebljene u velikim količinama i sa velikim razornim dejstvom nad njemačkim gradovima u Drugom svjetskom ratu.

Bombe od 4 funte složene su u grozdove, koji imaju po 25—125 bombi, tako da ti grozdovi imaju oblik i dimenzije standardnih eksplozivnih bombi odgovarajuće težine. Na taj način, grozdovi su podešeni za standardne pridrživače bombi i kada se otpuste opisuju putanje slične putanjama standardnih bombi, čime je omogućeno da se bacaju na površinu cilja sa dovoljnom tačnošću. Grozdovi su bili snabdjeveni malim eksplozivnim punjenjima i vremenskim upaljačima, tako da mogu eksplodirati i rasturiti se na odabranoj visini iznad cilja, čime se postigao željeni način razbacivanja (vidi sl. 18).

Bomba sa čvrstim uljem od 6 funti. U toku posljednjeg dijela rata, kad smo sve više usmjeravali svoje namjere prema Japanu, otkrili smo da su naše magnezijumove bombe od 4 funte suviše koncentrisanog dejstva da bi bile maksimalno uspešne protiv lakih, tankih konstrukcija koje preovlađuju u japanskim gradovima. To što je bilo potrebno za ovu svrhu bila je mala bomba za rasipanje

(površinsko dejstvo), koja bi rasula svoju zapaljivu sadžinu iznad široke površine u formi koja je sposobna da izazove požar lakih drvenih građevina. Ovaj zahtjev usmjeravao je na bombe tipa od čvrstog ulja i mi smo, shodno tome, izradili bombu od 6 funti koja je imala laku košuljicu od metalnog lima, ispunjenu čvrstim uljem sastavljenim od benzina saponifikovanog bilo u metilme-



Sl. 18 — Snopasta zapaljiva bomba

takrilatu bilo u napalmu. Bomba se aktivirala pomoću malog upaljača za izbacivanje sa eksplozivnim punjenjem, koji je palio i izbacivao sadržaj, razbacujući ga na površinu od nekoliko jardi u obliku prskanja gorećih komadića koji su se čvrsto pripijali za svaku površinu sa kojom dođu u dodir i koji su goreli dovoljnom snagom i dovoljnim trajanjem da izazovu požare običnih zapaljivih materijala (vidi sl. 19). One su se grupisale i upotrebljavale potpuno na isti način kao i magnezijumove bombe od 4 funte i pokazale su se mnogo efikasnije protiv lakih tipova građevina koji preovlađuju u japanskim gradovima. Ove

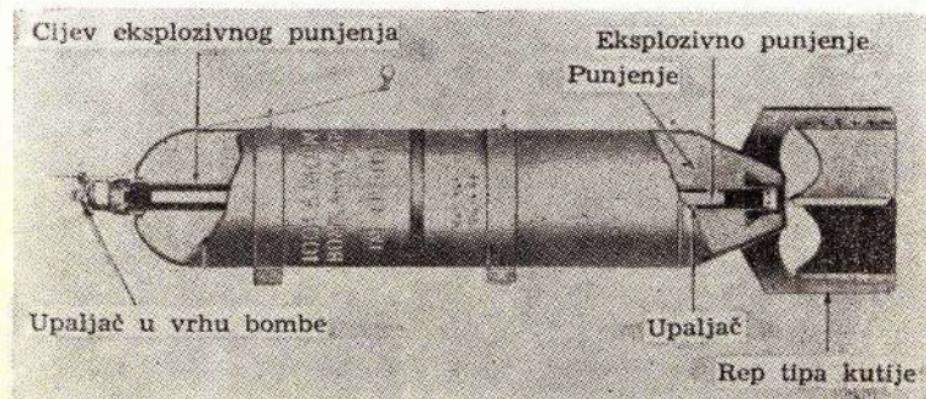
bombe od čvrstog ulja bile su tako razorne u Tokiju i drugim japanskim gradovima da su izazvale mnogo više materijalne štete uopšte nego naše atomske bombe.



Sl. 19 — Čvrsta uljana bomba (6 funti)

Bombe intenzivnog tipa. Za upotrebu protiv zgrada i građevina teške konstrukcije koje je mnogo teže zapaliti, izradili smo zapaljivu bombu intenzivnog tipa, koja je u težini varirala od 100—500 funti. Ove bombe su bile punjene termatom kao početnim zapaljivačem i čvrstim uljem pomiješanim sa magnezijumovim strugotinama, kao glavnom zapaljivom materijom, slično našoj zapaljivoj bombi od 6 funti (vidi sl. 20). Ova bomba je imala udarni mehanizam za paljenje na vrhu i sastojala se od dva glavna dijela: čeličnog vrha i tijela od metalnog lima sa pripojenim krilcima. Termat je stavljan u centralni kanal koji se pruža do repa bombe. Čvrsto ulje nalivano je u tijelo još dok je bilo toplo i tečno, a očvršćavalo je poslije hlađenja. Paljenje je vršeno malim zapaljivim punjenjem i bomba se rasprskavala eksplozivnim punjenjem koje je rasipalo sadržinu i činilo da ona gori ogromnom toplotom i plamenom. Ove bombe intenzivnog tipa varirale su u težini od 100—500 funti i, mada nisu mnogo upotrebljavane u toku rata, pokazale su se kao vrlo

uspješne i sigurno će se i dalje upotrebljavati protiv specijalnih objekata teške konstrukcije koje ne mogu brzo da zapale bombe za rasipanje.



Sl. 20 — Čvrsta uljana bomba (100 funti) (intenzivni tip)

Zapaljiva prskanja. Napomenuli smo da su bila napravljena efikasna tečna zapaljiva sredstva rastvaranjem fosfora u ugljendisulfidu i miješanjem rastvora sa benzинom i katranskim uljima. Kada se takva mješavina izloži vazduhu, fosfor se spontano pali i ubrzo zapaljuje ulje, što uglavnom zavisi od tipa ulja i relativne količine fosfora koji je upotrijebljen. Da bi se mješavina učinila efikasnom i u vlažnom vremenu, može joj se dodati natrijum. Ovaj elemenat reagira snažno sa vodom, tako da se pali spontano i da gori dovoljnom topлотом i plamenom da može da zapali mješavinu ulja čak i pri postojanju znatne vlage.

Na osnovu onoga što je ranije bilo rečeno o prskanju tečnih otrovnih hemikalija, jasno je da isto tako i tečna zapaljiva sredstva mogu da budu upotrijebljena za odgovarajuće površinske ciljeve putem sličnog prskanja iz niskoletećih lovačko-bombarderskih aviona. S obzirom na to da tečna zapaljiva sredstva koja se rasipaju prskanjem imaju relativno kratko trajanje gorenja, ona su efikasna samo protiv lako zapaljivih ciljeva, kao što su: suve šume, usjevi i slične lako zapaljive materije. Kada se želi duži

razmak između prskanja tečnog zapaljivog sredstva i njegovog zapaljivanja, fosfor ili drugi elementi koji otpočinju paljenje mogu da budu odvojeni od ulja i baćeni posebno iz aviona koji slijedi avione koji prskaju. Glavna preimostva prskanja zapaljivog sredstva sastoje se u ravnomjernom pokrivanju velike površine ciljeva relativno malom količinom materije i znatnim požarima koji odatle proističu. Isto tako, s obzirom na to da zapaljive mješavine ulja plove i gore i na površini vode, one su posebno efikasne za izazivanje požara na brodovima i dokovima u pristaništima.

Dejstvo zapaljivih bombi

Jedno od najvažnijih dejstava vazdušnog napada zapaljivim sredstvima sastoji se u tome što ona mogu jednovremeno da izazovu veliki broj požara na znatnoj površini, i to jednim letom jednog bombardera. Broj požara koji mogu da budu izazvani istovremeno ne može se tačno ustanoviti, ali sljedeći proračuni daće izvjesne indikacije o tome što se može očekivati. U velikim gradovima u ovoj zemlji, kao prosječan odnos praznih prostora prema izgrađenim površinama, može da se uzme otprilike odnos 3 : 1 ili 25% krovne površine. Shodno tome, od svake četiri baćene bombe može se očekivati da će jedna pogoditi zgradu, a da će preostale tri pasti na ulice, vrtove, dvorišta i prazan teren, gdje će sagoreti ne pričinivši ozbiljnu štetu. Ako se, dakle, pretpostavi da je jedan bombarder B-29, koji nosi 5.000 (od po 4 funte) bombi, dosegao takav grad, onda bi jedan pogodak od svake četiri bombe dao, otprilike, 1.250 pogodaka. Ali od ovih pogodaka otprilike jedna trećina može da oklizne sa nagnutih krovova i da ih probije ili, ako ih probije, da ne eksplodira. Preostalih 833, ili približno 17% baćenih bombi, vjerovatno će izazvati požare. Obim površine na kojoj će biti izazvani požari zavisiće od brzine kojom bombarder leti, od toga kojim su brzinom bombe baćene i od visine sa koje su baćene. Naprimjer, leteći u pravoj liniji, 300 milja na čas, i na visini od 25.000 stopa ili iznad toga, i bacajući 30 bombi u sekundu, bombarder će baciti

svojih 5.000 bombi na nešto manje od 14 milja i izazvaće po jedan požar na svakih 30 jardi iznad površine koja je, otprilike, 300—500 jardi široka i skoro 14 milja duga. Ustvari, takvi napadi će se vršiti formacijama eskadrila, što znači, naravno, da će broj požara biti umnožen brojem aviona u eskadrili.

Efikasnost požara. Zapaljive bombe bile su u toku Drugog svjetskog rata upotrebljavane u vazdušnim napadima na gradove u stalno rastućim količinama, a njihova efikasnost se jasno pokazala kroz ogromnu štetu koju su prouzrokovale. Izrazit primjer efikasnosti zapaljivih sredstava u Drugom svjetskom ratu bio je Hamburg, Njemačka (1,760.000 stanovnika), gdje su tri napada, u julu 1943 godine, zapaljivim i eksplozivnim bombama razrušila 55—60% grada. Ovi napadi su ozbiljno oštetili površinu od 30 kvadratnih milja, potpuno sagoreli 12,5 kvadratnih milja, uništili 300.000 stanbenih jedinica i ostavili 750.000 ljudi bez krova. Njemački proračuni navode 60.000—100.000 ubijenih lica, od kojih su se mnogi ugušili u skloništima ugljenmonoksidom koga je prouzrokovala vatra⁹). Šteta koju je prouzrokovala vatra bila je procjenjena na 75—80% cjelokupne štete (vidi sl. 21).

Drugi izraziti primjer napada zapaljivim sredstvima bio je Tokio (6,779.000 stanovnika), gdje su tri vazdušna napada, u martu i aprilu 1945 godine, praktično ostavila čitav grad u ruševinama. U prvom napadu, 9 marta, 15 kvadratnih milja (40%) Tokija bilo je izgorelo do temelja, a 84.000 lica bilo je ubijeno.

U Drugom svjetskom ratu su britanski i američki vazdušni napadi na 49 glavnih gradova u Njemačkoj razrušili 39% porodičnih stanbenih jedinica i ubili preko 300.000 stanovnika, a od cjelokupnog uništenja bilo je 75—80% izazvano vatrom¹⁰). U Japanu su, između marta i avgusta 1945 godine, 65 gradova pretstavljali ciljeve za zapaljive bombe koje su izazvale prosječno uništenje 50% tih naselja.

⁹⁾ Over-all report of U.S. Strategic Bombing Survey (Opšti izveštaj Pregleda strategiskog bombardovanja SAD).

¹⁰⁾ Ibidem

Ako se sumiraju oštećenja od bombi pričinjena nje-mačkim gradovima u Drugom svjetskom ratu, može se procjeniti da su, uzimajući za osnov istu težinu, zapaljive



Sl. 21 — Dio Hamburga, koji pokazuje razmjeru štete od požara (svjetla područja). Hamburg je bio tako potpuno razrušen da su ga nazivali »mrtvi grad« (fotografija vazduhoplovstva Sjedinjenih Država)

bombe bile 4,8 puta efikasnije od eksplozivnih bombi na stanbenim površinama i protiv malih industrijskih i trgovачkih naseobina¹¹⁾.

Odnos zapaljivih i eksplozivnih sredstava

Razorna dejstva zapaljivih sredstava na zgrade i postrojenja sasvim su različita od dejstava eksplozivnih sredstava, i prva se mogu vrlo lako razlikovati od drugih, čak i na aerofoto snimcima površine objekta, koji su učinjeni poslije napada. Tako, ako je zapaljena drvena zgrada, ona potpuno sagori i ostane samo pepeo da označi mjesto gdje se nalazila. Kada se zgrada, koja ima čvrste (od cigle, kamena, betona itd.) zidove i krov, tipa otpornog prema vatri (od lima, ploča škriljca, crepa itd.) zapali, svi drveni dijelovi zgrade (podovi, podupirači krova, vrata, prozorski okviri itd.), kao i sav sagorljiv materijal u zgradbi (namještaj itd.), izgore i ostanu samo četiri zida zgrade. Jedino potpuno nesagorljiva zgrada koja nema drveta u svojoj konstrukciji može da prezivi požar koji razara njenu sagorljivu sadržinu, a da joj krov ostane netaknut. Otuda je karakterističan rezultat napada zapaljivim sredstvima na grad takav da se ostave ili potpuno prazni prostori ili sasvim šuplje zgrade, bez krovova i samo sa spoljnim zidovima. Sa druge strane, karakteristično dejstvo eksploziva je rušenje jednog ili više spoljnih zidova zgrade koji su bliže centru eksplozije bombe. Naravno, direktni pogodak u malu zgradu eksplozivnom bombom potpuno će razrušiti zgradu, ali to je relativno rijedak slučaj u poređenju sa opštim brojem zgrada u rejonu cilja. Isto tako, ako eksplozivna bomba razruši dva susedna zida zgrade, jedan dio krova se može srušiti, ali će osnovni deo krova ostati na mjestu. Uslijed toga, lako je vizuelnim osmatranjem ustanoviti da li je zgrada bila oštećena vatrom ili eksplozivnim dejstvom bombe.

¹¹⁾ (*Fire and the Air War*, p. 80, National Fire Protection Association, Boston, Mass., 1946).

Na osnovu aerofotosnimaka, koji su uzeti poslije napada zapaljivim i eksplozivnim sredstvima za vrijeme Drugog svjetskog rata, bilo je sasvim moguće ustanoviti relativan broj zgrada oštećenih ili uništenih zapaljivim sredstvima, za razliku od onih oštećenih ili uništenih eksplozivnim sredstvima. Takvi proračuni štete bili su brižljivo provjereni pomoću izviđačkih grupa na terenu, poslije rata. Na osnovu činjenica, koje su se dobile tim putem, poznato je da je u vazdušnim napadima na gradove cijelokupna šteta izazvana zapaljivim sredstvima, otprilike, pet puta veća od one koja je izazvana eksplozivnim sredstvima iste težine.

Buduća uloga zapaljivih sredstava. Isprobana snaga i efikasnost zapaljivih sredstava kao sredstava masovnog uništavanja imovine i života u Drugom svjetskom ratu ubjedljivo dokazuje da će se nastaviti sa njihovom upotrebom u vazdušnim napadima na gradove u budućim ratovima, i to u povećanim količinama i sa još većim razornim mogućnostima. Ukratko, opasnost oštećenja imovine i života u našim gradovima od zapaljivih sredstava u budućem konfliktu biće drugostepena samo prema opasnosti od atomskih sredstava, mada zapaljiva sredstva mogu čak i prevazići atomska sredstva u cijelokupnom uništavanju, ako atomska sredstva budu dostupna samo u ograničenim količinama.

6

BAKTERIOLOŠKA SREDSTVA¹²⁾

Definicija

Bakteriološka sredstva su patogeni (koji proizvode bolest) mikrobi, koji izazivaju ogromne epidemije teških ili smrtonosnih bolesti među ljudima, životinjama ili biljkama, a prilagođena su da budu rasipana vojnim oružjem.

Istoriski razvitak

Slično ratu, epidemične bolesti iz prirodnih uzroka nesumnjivo su nanijele više smrti i štete ljudskom rodu nego bilo kakva druga forma uništavanja koja ga je kinjila tokom stoljeća. Istorija bilježi mnoge slučajevе epidemičnih oboljenja, koja se obično spominju kao kuge, a koja su obuhvatala ogromne površine svijeta i izazivala ogromnu smrtnost.

Jedna od najvirulentnijih i najrazornijih od ovih pokora bila je akutna zarazna bolest, prozvana »crna smrt«, zbog crnih mjesta prouzrokovanih potkožnim krvaranjem, koja su se pojavljivala na koži. Ovu bolest, koja se sada zove »bubonska kuga«, prouzrokuje prisustvo specifičnog mikroba (*Bacillus pestis*), a karakterišu je gnojenje i tumori u limfnim žlezdama, naročito u

¹²⁾ Autor je obavezan za mnoge činjenične podatke u ovoj glavi izvanrednom pregledu publikovane literature koja se odnosi na bakteriološko ratovanje, a koji je dat u knjizi dr Teodora Rozberija *Peace or Pestilence*, Mc Graw-Hill Company, Inc. New York, 1949*)

*) Kod nas izdato pod naslovom *Biološki rat*. — Prim. red.

preponāma. U većini svih slučajeva, njene žrtve podležu dva do tri dana posle zaražavanja. Postoje podaci o njenoj pojavi u Libiji, Egiptu i Siriji u trećem veku pre n.e.

U XIV stoljeću *bubonska kuga* je opustošila civilizovan svijet. Izbila je u Kini, otprilike 1343 godine, i pošto je tamo bjesnela oko pet godina, putovala je različitim karavanskim putevima na zapad i upala u Evropu 1348 godine preko sjeverne obale Crnog Mora, Carigrada i pristaništa Italije. Iako nisu postojale statistike koje su bilježile razmjere smrtnosti, izazvane ovim plimskim valom epidemije, smatra se da je u Kini umrlo 13 miliona, a na ostalom dijelu Orijenta, otprilike, 24 miliona ljudi. U Evropi, smatra se da je Njemačka izgubila 1,244.000 ljudi, a Italija polovinu cijelokupnog stanovništva. Sam London izgubio je preko 100.000 ljudi. Po umjerenim proračunima cjeni se cijelokupna smrtnost u Evropi na 25,000.000 ljudi, što, kada se to doda broju od 37,000.000 smrtnih slučajeva u Aziji, podiže ukupan zbir na 62,000.000 ljudskih bića koja su umrla od izbijanja ove kuge.

Osim bubonske kuge, u prošlosti su poznati mnogo-brojni slučajevi pandemija (masovnog oboljenja) od drugih zaraznih bolesti, kao što su plućna kuga, grip i beginje, koje su desetkovale stanovništvo ogromnih površina.

Paster je dokazao, 1877 godine, da bakterija izaziva zaraznu bolest. Ako se imaju u vidu ovo otkriće i ogromna smrtnost koju su izazivale epidemije takvih bolesti u prošlosti, onda nije nimalo čudno što je, početkom sadašnjeg stoljeća, upotreba zaraznih klica kao ratnog oružja izazvala ozbiljno razmatranje od strane vojnih umova. Postoje izvjesni dokazi da su Njemci eksperimentisali sa sredstvima bakteriološkog ratovanja prije Prvog svjetskog rata. Publikacija Ministarstva rata o bakteriološkom ratovanju, datirana 3 januara 1946, pokazuje da su njemački agenti 1915 godine zaražavali konje i goveda, koji su napuštali pristaništa Sjedinjenih Država da bi bili otpremljeni Saveznicima, bakterijama koje izazivaju oboljenja. Doktor Teodor Rozberi¹³⁾ kaže da su slični pokušaji, u kojima su upotrebljavani sakagija protiv konja

¹³ Ibidem, str. 146

i antraks protiv govedi, bili poznati i da su preduzimani ili planirani u Bukureštu 1916 godine, a tvrdilo se da je jedan drugi pokušaj bio učinjen u Francuskoj 1917 godine. Isti autor, takođe, kaže da postoje neki neodređeni izvještaji da su njemački agenti pokušavali u Cirihu, za vrijeme Prvog svjetskog rata, vjerovatno sa izvjesnim stepenom uspjeha, da rašire koleru među ljudskim stanovništvom okolnih zemalja, naročito Italije.

Poslije otpočinjanja ratovanja bojnim otrovima u Prvom svjetskom ratu, Saveznici su vrlo ozbiljno studirali mogućnost da Njemci upotrebe bakteriološka sredstva, ali s obzirom na vanredne tehničke teškoće vezane sa tim, o kojima će se kasnije govoriti u ovoj glavi, bilo je zaključeno da je bakteriološko ratovanje nepraktično. Mada je ovakav zaključak sa današnjeg stanovišta pogrešan, ostaje činjenica da bakteriološko ratovanje nije bilo upotrijebljeno u Prvom svjetskom ratu.

Postoji dokaz da su bakteriološka sredstva bila uporno studirana u toku dvije decenije između dva svjetska rata, u najmanju ruku u Njemačkoj i Japanu. Vikem Stid, britanski novinar, objavio je 1934 godine neke tajne njemačke dokumente koje je posjedovao, koji su opisivali eksperimente za vazdušnodesantne napade u bakteriološkom ratovanju, uključujući i terenske probe u kojima su mnoge stanice pariskog metroa bile poprskane bezopasnim bacilima s ciljem da se odredi efikasnost njihovog rasturanja. Iznosi se da je cilj ovih eksperimenata bio zaražavanje velikih gradova kao što su Pariz ili London putem sistema podzemnih željeznica.¹⁴⁾

Zvanično saopštenje Ministarstva rata, koje je ranije pomenuto, pokazuje da su Japanci intenzivno radili na bakteriološkom ratovanju od 1936 do kraja Drugog svjetskog rata. Postoje izvjesni dokazi da su izvršili vazdušni napad bakterijama na kineski grad Čangteh za vrijeme japanske invazije na Kinu, prije Drugog svjetskog rata, iako dokazi za ovaj napad nisu potvrđeni.¹⁵⁾ Mada je

¹⁴⁾ Piel, Gerard, »BW« (Biological Warfare), *Life*, Nov. 18, 1946.

¹⁵⁾ Ibidem

Ministarstvo rata službeno izjavilo da »ne postoje dokazi da je neprijatelj ikada pribjegao ovom sredstvu ratovanja«, ipak su novine Sovjetske armije, *Crvena zvijezda*, publikovale, 28. jula 1948. godine, opis japanske stanice za bakteriološki rat u Drugom svjetskom ratu blizu Harbina, u Mandžuriji, čiji je »kapacitet bio približno tona bakterija bubonske kuge mjesечно« i koja je »upotrebljavana ratne zarobljenike za opite, ubijajući ih obično u toku opita«.

Mi nemamo sasvim autentičnih izvještaja o sovjetskoj aktivnosti u bakteriološkom ratovanju, ali su nedavno kružile glasine koje ostavljaju malo sumnje o njihovom interesovanju na ovom području. Tako, kaže se da je SSSR instalirao blizu Kaspiskog Jezera vojnu stanicu za eksperimentisanje sa bakteriološkim sredstvima i da je upotrijebio njemačke naučnike za ispitivanje bakteriološkog ratovanja. Senator Edvin K. Džonson iz Kolorada izjavio je, kako to štampa navodi, da Sovjeti posjeduju novo oružje koje je daleko efikasnije od atomske bombe — bakteriološko ratovanje.¹⁶⁾

Pobuđene obavještajnim izvještajima o njemačkoj i japanskoj aktivnosti u istraživanju i razvijanju bakteriološkog ratovanja, britanska i američka vlada otpočele su sa sličnim eksperimentalnim projektima u toku Drugog svjetskog rata — radi odbrane i odmazde, u slučaju ako bi neko od njihovih neprijatelja otpočeo sa upotrebotom bakterija u ratu. Naše istraživanje bakteriološkog ratovanja bilo je koncentrisano u logoru Detriku (Camp Detrick) blizu Frederika, Merilend, pod rukovodstvom odjeljenja specijalnih projekata Službe hemiskog ratovanja vojske SAD. Na vrhuncu svoje aktivnosti u toku Drugog svjetskog rata ova je ustanova imala personal od, približno, 3.900 lica koja su sva radila u najtješnjoj saradnji pod zaštitom najstrože tajnosti, a saopšteno je da su njihova dostignuća bila izvanredna. Poslije januara 1946. bilo je publikovano otprilike 150 tehničkih novina i monografija koje su tretirale izvjesne faze naučnog rada koji je izvršen u logoru Detriku, koje su se mogle objaviti

¹⁶⁾ Ibidem.

a da se ne nanese šteta našoj nacionalnoj odbrani. Ovi izvještaji daju pregled samo malog dijela ukupnog dosegnuća ove ustanove, pošto je glavni dio posla nužno klasificiran kao tajan i nije mogao biti objavljen.

Ako sumiramo razvitak bakteriološkog ratovanja do danas, ne možemo učiniti bolje nego da navedemo zaključne stavove obavještenja Ministarstva rata od 3 januara 1946 godine koji glase:

»Iako je tačno da je biološki rat još uvijek više u granicama teorije nego što je činjenica, s obzirom da stvarno nije bio upotrijebljen u vojnim operacijama, nalazi Sjedinjenih Država na ovom području, zajedno sa nalazima grupa angažovanih u sličnom poslu u Ujedinjenom Kraljevstvu i Kanadi, pokazali su da ovaj tip rata ne smije biti prenebregnut od strane onih ljudi u ovoj naciji koji rukovode nacionalnom sigurnošću. Naši napori za vrijeme rata obezbijedili su naciji sredstva odbrane od biološkog rata u granicama njegovih sadanjih poznatih mogućnosti i pronašli su sredstva odmazde koja bi mogla biti upotrijebljena ako bi takav slučaj bio neophodan. Iako su bili postignuti izvanredni rezultati, razmjere i granice ovog tipa ratovanja nikako nisu potpuno izmjerene. Rad na ovom području, koji je porodila ratna nužda, ne može da bude zanemaren u vrijeme mira i mora da bude nastavljen u dovoljnem obimu da bi se obezbijedila odgovarajuća odbrana.

Važno je naglasiti da je, za razliku od razvjeta atomske bombe i drugih tajnih oružja za vrijeme rata, razvitak sredstava biološkog ratovanja moguć u mnogim zemljama, velikim i malim, bez velikih novčanih troškova ili izgradnje ogromnih industrijskih postrojenja. Jasno je da razvitak biološkog rata može da se odvija u mnogim zemljama možda pod maskom legitimnog medicinskog ili bakteriološkog istraživanja.

Bez obzira na razmatranja koja su u toku o pitanjima uspostave trajnog mira u svijetu, mogućnosti biološkog rata ne smiju se olako zanemariti.«

Terminologija bakteriološkog ratovanja

Prije nego što se razmotre različite vrste bakterioloških sredstava koja mogu da budu upotrijebljena u ratu, trebalo bi da znamo značenje i upotrebu izvjesnih termina koji se upotrebljavaju u bakteriološkoj nauci. Prije svega, šta su bakterije, ili klice, kako se one popularnije zovu?

Definisano prosto, to su živi organizmi koji imaju dva karakteristična svojstva: 1) oni su tako mali da ih okom ne možemo vidjeti, izuzev sa moćnim mikroskopima, a neke čak ni tako, i 2) oni su sposobni da reprodukuju sami sebe unutar tijela nekog većeg živog bića zvanog »domaćin«. Neki od ovih najmanjih parazita su korisni za ljudski život, neki su bezvrijedni, a neki su štetni. Samo ovi poslednji su interesantni za bakteriološko ratovanje, pošto su oni sredstva infekcije koja proizvodi kod svog domaćina štetna patološka dejstva poznata kao oboljenja.

Bakterije su, uglavnom, grupisane u tri vrste, s obzirom na njihov oblik: 1) *koke* ili sićušne okrugle ćelije, 2) *bacile* ili ćelije u obliku štapića i 3) *spirile* ili spiralna vlakanca. Bakterije su, biološki, klasificirane bilo kao životinjski ili biljni organizmi, što zavisi od njihove sličnosti sa carstvom životinja ili bilja. Najbliže životinjskom carstvu su *protozoe* i *spirohete*, dok su vodeće u biljnem carstvu *gljivice* ili plesan i kvasac; a u sredini između njih su *actinomicete*. Četvrta klasa, udaljenija od svih oblika života, uključuje nekoliko grupa: *pleuropneumonične oblike*, *rikecije* i, najbliže neživom svijetu, *viruse*. Koke bakterije obično imaju 1 mikron¹⁷⁾ u prečniku, dok bacili i spirile variraju od 1/5 do 1 mikrona u širini i od 2—10 mikrona u dužini. Protozoe su najveće bakterije koje su 10—20 puta veće od koka, dok su najmanji virusi koji se kreću ispod 1/100 mikrona u prečniku.

Kada bakterije prodru u domaćina, one oduzimaju svoju hranu iz fluida i tkiva domaćinovog tijela i množe se vrlo brzo. Ako su bakterije koje su prodrle u tijelo patogene, tj. ako izazivaju oboljenje, one prouzrokuju hemiske promjene u fluidu i tkivu tijela koje mijenja svoje fiziološke funkcije i dovodi do onoga što se zove »infekcija«. Ove hemiske promjene često proizvode otrove, poznate kao »toksini«, koji obično izazivaju ozbiljne povrede ili smrt domaćina ukoliko nisu otstranjene ili neutralisane nekim protitijelima — *antitoksinima*, koji se proizvode kao prirodni odbranbeni mehanizam u tijelu

¹⁷⁾ Mikron je 1/1.000 mm, ili 1/25.000 palca.

domaćina. Antitoksini, sposobni da pobiju patogene bakterije ili da ih učine neškodljivim za domaćina, mogu takođe da budu proizvedeni vještački u tijelu domaćina ubacivanjem izvjesnih neotrovnih toksina koji se zovu »toksoidi«. To je princip vakcinacije i serumske imunizacije i terapije.

Sve zaraze su prenosne ako bakteriološka sredstva zaraze mogu da pronađu sebi put od jednog domaćina do drugoga. Ona sredstva koja pronalaze put od jednog domaćina do drugog bez veštačke pomoći nazivaju se »prenosna«, a ona koja se od jednog domaćina na drugog prenose pomoću dodira, nazivaju se »prilepciva«, a bolesti koje ona proizvode zovu se »prenosne« ili »prilepcive« bolesti. Kada zarazne bolesti prelaze sa jednog domaćina na drugog pomoću posrednih sredstava, kao što je vaška na ljudskom tijelu (za pegavi tifus) i komarac anopheles (za malariju), onda se takva sredstva zovu »prenosioci zaraze«. Pošto napadnu domaćina, zaraznim bakterijama je potrebno izvjesno vrijeme da se umnože i da proizvedu svoja karakteristična štetna dejstva. Ovo vrijeme može da varira od nekoliko sati do više dana, i poznato je kao »inkubacioni period«.

Osobine bakterioloških sredstava

Ako se, pak, okrenemo od bakteriološke nauke prema tehnici bakteriološkog ratovanja, moramo najprije da razmotrimo koje osobine čine određenu vrstu bakterija efikasnim bakteriološkim sredstvom i razlikuju je od drugih klica, koje neće biti korisne u bakteriološkom ratovanju. Praktičan odgovor na ova pitanja može da bude dobijen procjenom svake vrste bakterija u odnosu na izvjesne bitne zahtjeve koji se moraju ostvariti da bi se klasificirale kao efikasno sredstvo za ratne ciljeve. U odnosu na ljudstvo, najvažniji ratni cilj je da se neprijatelju nanese maksimalan broj žrtava minimalnom količinom vojnog napora, i što je veći procenat smrtnosti, to

je bolje. Da bi se najbolje postigao ovaj osnovni cilj, određena vrsta bakterije mora da odgovori sljedećim zahtjevima koji su grubo poredani po redu važnosti:

- | | |
|-----------------|---------------------|
| 1) moćnost | 6) raspoloživost |
| 2) prenosivost | 7) sredstva zaštite |
| 3) epidemičnost | 8) otkrivanje |
| 4) zaražljivost | 9) povratno dejstvo |
| 5) otpornost | 10) brzina dejstva. |

Sada ćemo ukratko razmotriti svaki od ovih zahtjeva.

Moćnost je moć bakterije da izazove ozbiljno onesposobljavajuće ili smrtno dejstvo, to jest *žrtvu*. Ovo prvenstveno zavisi od stepena i trajanja izazvanog onesposobljenja i procenta smrtnosti izazvane infekcijom. Ako su druge stvari jednake, onda ukoliko je veći broj smrtnosti, utoliko je veća efikasnost u žrtvama. U isto vrijeme, stepen i trajanje onesposobljenja među onima koji su preživjeli nema ništa manji značaj, s obzirom da je neprijatelju time nametnut veliki teret, jer mora da smešta u bolnice i liječi onesposobljeno ljudstvo koje je isto tako neproduktivno. Prema tome, bakterije koje proizvode bolesti sa niskim procentom smrtnosti i relativno mala onesposobljavanja koja se brzo liječe, kao što su male beginje, zauške i ovčje beginje, ne odgovaraju zahtjevu moćnosti koju treba da ima efikasno bakteriološko sredstvo.

Prenosivost je sljedeći najvažniji faktor na osnovu koga se određuje vrijednost bakteriološkog sredstva. Što je prostije i univerzalnije sredstvo prenošenja infektivne bakterije do cilja, to ga je lakše prilagoditi za upotrebu u ratu. Direktno prenošenje vazduhom je daleko bolje za ratne ciljeve, jer se sve svodi na to da se zarazi atmosfera iznad površine cilja. Prenošenje vodom ili hranom je vjerovatno sljedeći najpogodniji način upotrebe bakterija u ratu, iako je daleko slabiji od prenošenja vazduhom, s obzirom da zahtjeva zaražavanje izvora pitke vode ili ishranbenih zaliha na prostoriji cilja. Ovo je ne samo teže da se učini, nego je daleko lakše suprotstaviti se tome načinu dezinfekcionim sredstvima i upotrebot drugih

izvora snabdijevanja. One bakterije koje zahtijevaju prenošenje pomoću prenosilaca zaraze, kao što su insekti i glodari, biće uglavnom nepraktična ratna sredstva usled nemogućnosti da se takvi prenosioci kontrolisu i usled nesigurnosti rezultata. Sa druge strane, one bakterije koje mogu da budu uspješno prenesene mnogobrojnim putevima, kao što su vazduh, voda, hrana, prenosioci zaraze i direktni kontakt, daleko su vrednije, ukoliko su faktori zaražljivosti, moćnosti i otpornosti približno isti.

Epidemičnost je relativna sposobnost bakterija da se šire od domaćina do domaćina i pretstavlja sljedeći najvažniji zahtjev za ratne ciljeve, pošto nije dovoljno da bakteriska sredstva samo zaražavaju osobe već moraju da budu i sposobna da izazovu ogromna epidemična oboljenja, ako zaista treba da budu efikasna. Otuda su daleko efikasnije one vrste bakterija koje posjeduju tendenciju da se brzo šire preko najvećih prostora i da zaražavaju najveći broj lica, kao što su bubonska ili plućna kuga i grip.

Zaražljivost je sposobnost jedne vrste bakterija da izazove zaražavanje u poređenju sa drugom vrstom, i obično se označava brojem bakterija potrebnih da izazovu zaražavanje pošto se obezbijedi njihov ulaz u tijelo dočitne žrtve. Od izvanrednoga je značaja da sredstvo bakteriološkog rata bude visoko zaražljivo s obzirom na to da znatna količina mora da bude bačena iznad površine cilja da bi se sigurno zarazio velik broj ljudstva u okolini, i, ukoliko je potreban manji broj bakterija da se zarazi jedna osoba, utoliko je potrebna i manja količina bakteriološkog sredstva, a time je potreban i manji vojni napor za dobijanje željenih rezultata. Jedan od najvažnijih faktora koji utiču na zaražljivost je velika raznovrsnost lične osjetljivosti prema zarazi. Neke osobe su neobično otporne prema nekim zarazama, a druge su to daleko manje. Zato broj bakterija koji je potreban da izazove smrt, tj. smrtna doza, može da varira u širokim granicama za individue iste vrste. Tako su eksperimenti na miševima pokazali da smrtna doza može da varira od jedne klice tularemije do više od pola miliona klica od kolere. Otuda je potrebno da se veličine smrtnih doza zasnivaju na

prosječnim rezultatima i da odgovaraju opštoj osnovi koja se upotrebljava za mjerjenje zaražljivosti određene vrste bakterija, tj. dozi koja je potrebna da se ubije polovina domaćina izloženih eksperimentu.

Otpornost je peti zahtjev i odnosi se na sposobnost bakterije da preživi i da održi svoju zaražljivost i moćnost pod različitim okolnostima koje prate njihovu upotrebu kao ratnog oružja. Takvih različitih uslova ima dve vrste, visoke temperature, pritisak i udar do kojih dolazi 1) eksplozijom bombe koja sadrži bakterije ili 2) prskanjem kulture bakterija iz rezervoara na avionu koji brzo leti. Mnoge vrste visoko zaražljivih i moćnih bakterija koje izazivaju bolesti uginu pod tim različitim uslovima te će zbog toga biti neupotrebljive kao bakteriološka sredstva sve dok se ne pronađe manje štetan način za njihovo rasejavanje. Poslije rasejavanja bakterije mogu da budu izložene nepovoljnim uslovima okoline, kao što su sušeća i ultravioletna zračenja sunčeve svjetlosti, oksidacija atmosferskim kiseonikom ili dejstvo koncentracija dezinfekcionih sredstava u rejonu cilja. Bakterije koje ne mogu da izdrže tako nepovoljne uslove za onoliko vremena koliko je potrebno da bi dospjele do određenih žrtava, postaju neefikasne kao bakteriološka sredstva. Pod istim ostalim okolnostima biće data vrsta bakterija utoliko efikasnija kao ratno sredstvo ukoliko je veći procenat bakterija koje prežive nepovoljne borbene uslove. Ukoliko je veći procenat preživljavanja pod nepovoljnim borbenim uslovima, utoliko je data vrsta bakterije efikasnija kao ratno sredstvo.

Raspoloživost bakteriološkog sredstva je očigledna potreba, s obzirom da se mora raspolagati dovoljnim količinama bakterija kako bi se zadovoljili vojni zahtjevi koji mogu biti vrlo zamašni u jednom većem ratu. To ne znači samo to da zadovoljavajuća količina određenih zaraznih bakterija mora da se dobije odgajivanjem, nego isto tako znači da ona mora da bude takva da se može proizvoditi u dovoljno velikim količinama da bi se zadovoljili ratni zahtjevi. Masovna proizvodnja bakteriskih kultura u obliku u kome će biti efikasne kada se raseju nad poljem postavlja ozbiljne tehničke teškoće, a isto

tako i opasnosti za osoblja koje ih proizvodi, što se mora savladati ako se želi da se određene bakterije koriste kao sredstvo u ratu.

Sredstva zaštite odnose se na raspoloživost načina i sredstava da se zaštite moguće žrtve od određenih vrsta bakterija i uključuju (1) upotrebu zaštitnih maski i odi-jela i (2) imunizaciju i postupak liječenja upotrebom lekova, antibiotika i seruma. Tako, virus boginja je vrlo efikasno sredstvo za izazivanje velike i ozbiljne epidemije među ljudima koji nisu vakcinisani, ali kako je vakcinacija dobro poznato i efikasno sredstvo imunizacije, rasprostiranje zaraze boginja može da bude zau-stavljen vakcinisanjem stanovnika u oblasti cilja. Zato virus boginja ne može da bude efikasno bakteriološko ratno sredstvo, izuzev protiv primitivnog stanovništva za koje se zna da nije zaštićeno. Tako je, ako su ostale okolnosti podjednake, vrijednost određene bakterije kao ratnog oružja u obrnutoj srazmjeri sa raspoloživošću sredstava zaštite kod neprijatelja.

Otkrivanje obuhvata načine i sredstva kojima bakteriološko sredstvo može da bude otkriveno i identifikованo pošto padne na površinu cilja. Zarazne bakterije koje je teško otkriti i identifikovati čine veće teškoće za odbranu napadnute prostorije i time čine bakteriološko sredstvo efikasnijim, jer odugovlače upotrebu pravih protivsredstava zaštite. Zbog toga, bakterije koje izazivaju bruce-lozu, a koje je teško otkriti, mogu biti značajnije od daleko moćnijih bakterija antraksa koje je daleko lakše otkriti i identifikovati.

Povratno dejstvo je sposobnost bakteriološkog sredstva da se okrene protiv onih koji ga upotrebljavaju i pretstavlja važan faktor koji utiče na upotrebu određenog bakteriološkog sredstva u svakoj dатoj ratnoj situaciji, s obzirom na to da nijedna nacija neće svjesno upotrebljavati zarazne bakterije na onakav način kojim bi izazvane zaraze mogle da se prošire nad njenom vlastitom teritorijom i da, vjerovatno, učine više štete njenom vlastitom narodu nego neprijatelju. Zbog toga je otstojanje rejona cilja od vlastitog naroda i teritorije

prvo što treba uzeti u obzir. Neposredne blizine do cilja mogu da stvore vrlo velike uslove za povratno dejstvo, naročito tamo gdje ne postoje usputne prepreke, kao što su velika vodena prostranstva. Iz tih razloga ne izgleda vjerovatno da će bakteriološka sredstva biti upotrebljavana protiv neprijateljskih oružanih snaga u borbenoj zoni, s obzirom na to da su one blizu ili u kontaktu sa vlastitim trupama. Ali, iz istih razloga, gusto naseljene prostorije na teritoriji neke daleke neprijateljske zemlje vjerovatno će biti najsigurniji ciljevi, naročito ako ih razdvajaju okeani. Tako, ni SSSR ni Sjedinjene Države, s obzirom da se nalaze na posebnim kontinentima, neće se, zbog nekog straha od povratnog dejstva, ustručavati da upotrebe bakteriološka sredstva protiv gradova i industrijskih oblasti koje su od životnog značaja za drugu stranu.

Povratno dejstvo bakteriološkog sredstva zavisi kako od položaja prostorije cilja, u odnosu na vlastiti narod i teritoriju, tako i od njegove zaražljivosti, moćnosti i epidemičnosti. Zaražljivost i moćnost pretstavljuju opasnost za one koji istražuju, razvijaju, proizvode i koji ih upotrebljavaju, dok se trećom mjeri opasnost mogućeg širenja epidemične bolesti od napadnute zemlje nazad na vlastitu agresorovu zemlju ili narod.

Brzina dejstva zavisi od potrebne dužine vremena da data vrsta bakterije proizvede svoja štetna dejstva, a ovo uglavnom zavisi od perioda inkubacije. Ako bi ostale okolnosti bile iste, utoliko je bolje ukoliko je potreban kraći period da se izazovu žrtve, zato što to daje odbranbenim snagama manje vremena i mogućnosti da obezbijede efikasne protivmjere zaštite.

Na osnovu onoga što je ranije rečeno, može se ustavoviti da efikasno bakteriološko sredstvo nije baš svaka patogena klica, nego, naprotiv, da je to ona koja ima čitav niz svojstava koja odgovaraju manje ili više izloženom kriterijumu i koja imaju kvalitete kojima mogu da odgovore vojnim zahtjevima, naročito što se tiče nepovoljnih uslova čuvanja u skladištu i rasejavanja iz bombi i drugih oružja.

Vrste bakterioloških sredstava

Klasifikacija. Pošto smo ukratko dodirnuli svojstva koje bakterije moraju da posjeduju da bi bile uspješna sredstva ratovanja, moramo sada razmotriti različite vrste patogenih klica za koje se smatra da su moguća bakteriološka sredstva u budućem ratovanju. Procenjivanjem poznatih odlika svake pojedine vrste bakterija na osnovu kriterijuma koji je ranije naveden, možemo da dobijemo predstavu njihovih relativnih mogućnosti i ograničenja kao bakterioloških sredstava. Sljedeća lista pokazuje vrste bakterija koje su bile spomenute u objavljenoj literaturi kao moguće za upotrebu u ratovanju, poređane alfabetski, s obzirom na bolest koju proizvode, i u kolone, s obzirom na sredstva prenošenja.

Moguća bakteriološka sredstva

vazduhom	vodom i hránom
Antraks**) (crni prišt)	Tuberkuloza**) (Tularemija*) (glodarska kuga)
Brucelzoa**)	Pegavi tifus (v)
Cerebrospinalni meningitis*) (n)	Bolest Nju Kasla***)
Ovčije boginje*)	Kokošija (živinska kuga***)
Encefalomielitis, konjski**)	Biljne bolesti Snet (riža)
Influenca*) (grip)	Tamna mrlja (riža)
Male boginje	Hormoni rašćenja (auksini) (biljke širokog lista)
Zaušci*)	Krompirova zlatica
Pneumonia**) (zapaljenje pluća)	
Psitakoza	
(Papagajska groznica)	
Groznica Doline Rift**)	
Groznica Doline Sv. Joakima*)	
Tetanus*)	
	Botulizam**) (trovanje konzerviranim mesom)
	Brucelzoa**)
	Kolera*) (aziska)
	Difterija*)
	Dizenterija*) (bacilna)
	Bolest kopita i usta (v)
	Svinjska kolera***)
	Poliomielitis*) (n)
	Stočna kuga***) (v)
	Septicemija streptokokama*) (trovanje krvi streptokokama)
	Tularemija*) (glodarska kuga)
	Trbušni tifus*)

Prenošenje

Prenosiocima zaraze	Dodirom
Denga*) (v)	Antraks (crni prišt**)
Sakagija**) (v)	Bruceloza**)
Hemoragična***)	Gonorea
septicemija	Lepra*)
Žutica*) zarazna	Boginje*)
Malaria*)	Sifilis*)
Melioidozis*) (v)	Tetanus*)
Kuga*)	Tularemija*) (glo-
Povratna grozlica*)	darska kuga)
Grozica Stenovitih Planina*) (v)	
Tularemija*) (glodarska kuga)	
Pegavi tifus*) (v)	
Žuta grozica*) (v)	

*) Zaražava samo ljudе

**) Zaražava ljudе i životinje korisne čovjekу

***) Zaražava samo životinje i ptice

v) Može se vještački prenositi vazduhom u preparatima

n) Sredstva prenošenja nepoznata

Od 40 bakterija koje su nabrojane, razmatraćemo (1) one koje izazivaju najopštije, najozbiljnije bolesti i (2) one koje izazivaju najozbiljnije bolesti, manje poznate, ali koje će, izgleda, najvjerovalnije biti upotrijebljene u ratovanju. Zatim ćemo pomenuti ostale, uglavnom da ukažemo zašto ne dolaze u obzir kao efikasna bakteriološka sredstva.

Opšte opasne bakterije

Kuga, poznata »crna smrt« iz istorije, jedna je od najrazornijih i najstrašnijih zaraza koje su napadale čovječanstvo od najstarijih vremena. Bolest prouzrokuje bacil kuge (*Bacillus pestis*) i pojavljuje se u nekoliko formi, od kojih su bubonska i plućna najpoznatije i najrazornije. Za bubonsku kugu je karakteristična grozica i drhtavica, jaka slabost i zapaljivo oticanje limfnih žlezda, naročito u preponama. Plućna kuga je vrlo slična bubonskoj, izuzev u tome što uglavnom napada plućni sistem na način, u izvjesnoj mjeri, sličan zapaljenju pluća.

U oba oblika bolest je jako zarazna i nevjerovatno brza u dejstvu, tako da smrt nastupa uglavnom dva-tri dana poslije zaraženja. Širi se vrlo brzo iznad prostranih površina te se teško može zaustaviti kada već jedanput izbije u naselju. Procenat smrtnosti je među najvećima od bilo koje epidemične bolesti i izgleda da je pokosila približno 2/3 cjelokupnog stanovništva nekih mesta u Evropi, u toku pojave sredinom XIV stoljeća.

Mada je napravljena vakcina protiv bubonske kuge, njena vrijednost nije sigurna, te je najefikasnije sredstvo da se preduprijeti izbijanje i širenje bolesti rigorozna kontrola pacova, čije su buve glavni prenosioци zaraze.

Usljed svoje jake zaražljivosti, velike moćnosti, epidemičnosti i strašne smrtnosti, kuga je jedna od najvećih opasnosti bakteriološkog ratovanja. Glavna prepreka da se bakterija kuge okvalifikuje kao bakteriološko sredstvo u ratovanju sastoji se u njenoj očitoj zavisnosti od prenosioца zaraze, kao što su buve sa pacova. Ipak, rad na eksperimentima, u Drugom svjetskom ratu, za prenošenje drugih vrsta patogenih klica putem prenosilaca zaraze, izgleda, nagovještava da načini i sredstva mogu da se nađu, ako već nisu tajno poznati, i za prenošenje klica kuge vazdušnim putem. Ako se i kada ovo ostvari, bakterija kuge biće po rangu na vrhu liste efikasnih bakterioloških sredstava, a opasnost od ove forme napada na naseljene gradove ne može se dovoljno jako istaći.

Antraks (crni prišt) je prenosiva bolest koju izaziva *Bacillus anthracis*, koji zaražava kako životinje tako i ljude, ali uglavnom životinje. Karakteristika te bolesti je zagnojavanje kože, povećavanje slezine i opšti grč, i obično je smrtonosna. Ova klica je krajnje otporna, a njene spore mogu da zaraze zemljište za čitave godine. Usljed svoje otporne snage, ove bakterije će vjerovatno biti sposobne da odole nepovoljnim uticajima pri rasipanju iz bombi i avionskih aparata za prskanje. U obliku prskanja bakterija može da bude prenesena vazduhom i može da zarazi ljude i životinje putem udisanja, a isto tako i direktnim dodirom sa zemljištem i drugim zaraženim predmetima. Spore se takođe prenose prašinom te mogu i tako da dođu do domaćina kroz vazduh. Od cen-

tara zaraze, bolest je sposobna da se raširi brzo iznad ogromnih površina. Sa druge strane, antraks nije tako jako zarazan kao neke druge vrste patogenih bakterija i lako se otkriva i ustanovljava. Nastavljujući slavno djelo Pasterovo ranih 1880-tih godina, pronađene su mnoge vrste antraksnih vakcina koje zadovoljavaju pri imuniziranju životinja, ali stvarno efikasna vakcina koja bi odgovarala čovjeku još nije poznata javnosti. Ipak, ogroman istraživački rad vršen je za vrijeme Drugog svjetskog rata na izradi zadovoljavajuće antraksne vakcine za čovjeka, tako da nije nevjerovatno da takva vakcina sada postoji, ali još nije to objavljeno.

Iako možda nije najefikasnija vrsta bakterije za upotrebu u ratu, antraks se ipak mora ubrajati u malu grupu bakterioloških sredstava koja imaju visoku potencijalnu vrijednost.

Influenca (grip) je akutna bolest organa za disanje, koju izaziva bacil influence, a karakteristična je po teškim zapaljenjima bronhija, koja su obično praćena visokom groznicom, jakim muskularnim slabostima i teškim neuralgičnim bolom. Ona je visoko zarazna, naročito u gusto nastanjenim rejonima, širi se brzo, a u epidemičnoj formi je često imala za posledicu vrlo veliki procenat smrtnosti. Ipak, oni koji prežive, ozdravljaju brzo sa malim ili nikakvim posljedicama. Iako postoji vakcina protiv influence, ona je samo djelimično efikasna, a njena sposobnost da predupredi širenje epidemije influence nije najsigurnija. Budući da je to bolest organa za disanje, koja se prenosi vazdušnim putem, bakterije se vjerovatno mogu rasturati putem rasejavanja, a da pri tome ne izgube mnogo od svoje efikasnosti. Sa druge strane, maske za lice koje obezbijeđuju od klica, uređaji za podešavanje vazduha u zgradama, javna skloništa opremljena specijalnim filterima i raskuživanje pomoću dezinfekcionih sredstava pružiće znatan stepen zaštite od napada bakterijama influence. Bakterije influence su na nižem stepenu efikasnosti, u pogledu zaražljivosti, moćnosti i epidemičnosti, u poređenju sa kugom, antraksom i nekim drugim vrstama patogenih klica. Ipak, mada nije tako ozbiljno opasna kao što su neka druga bakteriološka

sredstva, klica influence ne smije da se prenebregne, jer je ona svakako u kategoriji mogućih sredstava za bakteriološko ratovanje.

Pneumonija (zapaljenje pluća) je takođe akutna bolest organa za disanje, koja je u mnogim pogledima bliska influenci. Postoje nekoliko vrsta pneumonije, što zavisi od specijalne vrste bakterija pneumokoka, ali se one uglavnom dijele na dva tipa: 1) *pneumonija plućnih krila (lobar pneumonia)*, koja se usretstvuje na krila pluća i 2) *pleuropneumonija*, koja se usretstvuje na plućnu maramicu. Pleuropneumonija je naročito virulentna i smrtonosna bolest među rogatom marvom. Sa stanovišta zaražljivosti i moćnosti, pneumokoke stoje na visokom nivou, jer je jedan jedini par pneumokoka dovoljan da zarazi čovjeka. Bolest onesposobljava svoje žrtve vrlo ozbiljno i često je potrebno nekoliko nedjelja za ozdravljenje. Ranije je imala visoki stepen smrtnosti, ali to je u znatnoj mjeri smanjeno nedavnim izumom penicilina, koji je vrlo efikasno sredstvo liječenja. Ipak ne postoji zadovoljavajuća vakcina protiv pneumonije. Sve u svemu, pneumokoke bi trebalo vjerovatno klasirati, zajedno sa bakterijama influence, kao moguća sredstva bakteriološkog ratovanja, iako prve nemaju istu snagu da šire epidemiju kao ove posljednje.

Kolera (aziska) je akutna bolest probavnih organa, koju izazivaju klice — *spirile, kolere aziske*, a karakteriše se jakim povraćanjem i prolivom, grčevima i spazmom, i smrću. Sa stanovišta zaražljivosti, klice kolere stoje relativno nisko u poređenju sa drugim vrstama patogenih mikroba. Tako, dok će jedan bacil tularemije i jedan par pneumokoka ubiti miša, potrebno je više od pola miliona klica kolere da to isto učine. Ipak, velika disproporcija u zaražljivosti nije tako ozbiljan nedostatak kao što to može da izgleda, s obzirom na to da je kolera bolest koja se prenosi vodom, jer smrtonosna doza klice može da bude sadržana u nekoliko kapljica zaražene vode. Procenat smrtnosti od kolere je visok, a isto tako je i sa njenom sposobnošću da se širi i da razvija velike epidemije, što se više puta dešavalo u prošlosti u Aziji. Mada postoji

vakcina protiv kolere, njena efikasnost je sumnjiva, tako da bi se, po svemu sudeći, pokazala nedovoljnom da zaštići zajednicu od ozbiljnog izbijanja ove bolesti.

Glavni nedostatak bakterije kolere kao ratnog oružja sastoji se u tome što je ona klica koja se prenosi vodom i što se bolest može prenositi jedino vodom ili hranom koja je izložena zaraženoj vodi. Otuda, da bi se u ratu upotrebile klice kolere protiv neprijateljskih naselja, bilo bi potrebno da se te klice ubace u mrežu snabdijevanja vodom onog naselja koje se želi zaraziti. To nije samo relativno teška operacija, nego isto tako operacija koja može da bude lako sprečena odbranom, bilo upotrebo dezinfekcionih sredstava za precišćavanje vode ili upotrebo drugih izvora za snabdijevanje vodom. Kao što je to već ranije rečeno, moguće je da se pronađu neka sredstva za prenošenje kolere vazdušnim putem, kao što je prskanje iz aviona, ali tu su izgledi za uspjeh mali, jer kolera nije disajna bolest i klice moraju da budu progutane da bi postale zarazne. Ne izgleda vjerovatno da bi atmosfera nad jednom prostorijom mogla da bude zaražena dovoljnom koncentracijom koleričnih klica da bi se zarazio osjetniji procenat izloženog ljudstva.

Na osnovu ovih razmatranja, možemo zaključiti da kolera, uprkos svoje visoke moćnosti i epidemičnosti, neće vjerovatno biti upotrijebljena kao bakteriološko sredstvo, kao što će to biti neke druge vrste bakterija koje su daleko efikasnije u nanošenju žrtava.

Cerebrospinalni meningitis i poliomielitis su opasne, epidemične grozničave bolesti koje se karakterišu upalom moždanih opni, kičmene moždine i paralizom. Smatra se da se zarazne bakterije prenose vazduhom, ali ove bolesti ne mogu da budu reprodukovane eksperimentalnim sredstvima i zato nisu poznati njihovi putevi prenošenja. Poznato je da mnoge ličnosti mogu da nose klice meningitisa u svom grlu a da ne budu bolesne, što označava visoki stepen raznolikosti reagovanja osoba prema ovoj zarazi. Obje bakterije, i meningitisa i poliomielitisa, vrlo su snažni izazivači žrtava, a procenat smrtnosti od njih

je vrlo veliki. Ne postoje dostupne vakcine*) protiv bilo koje od ovih zaraza i ništa što bi spriječilo širenje ovih bolesti do epidemičnih razmjera. Sve dok se više ne sazna o načinu njihovog prenošenja i faktorima koji utiču na promjenljivost njihove zaražljivosti, njihova se moguća vrijednost u bakteriološkom ratovanju ne može tačno odrediti. Ovdje smo ih pomenuli zbog toga što one mogu da budu potencijalno opasna bakteriološka sredstva u slučaju da se pronađu zadovoljavajuća sredstva prenošenja.

Pegavi tifus je ozbiljna, visoko zarazna bolest, koju izaziva *Bacillus typhiexanthematica*. Ona se karakteriše neprekidnom groznicom koja traje nekoliko nedjelja i koja je praćena jakim slabljenjem i moždanom pometnjom sa obilnim izbijanjem crvenih mrlja po tijelu. Bolest teži da se brzo širi, naročito u gusto nastanjenim površinama sa nesanitarnim uslovima, a procenat smrtnosti od epidemije često je bio visok. Sve do nedavno smatrano je da klice pegavca mogu da budu prenošene samo tjelesnim vaškama, ali je danas poznata sposobnost njihovog širenja vazdušnim putem i smatra se da to dolazi od osušene zarazne izlučine vaške, koja može da lebdi u zraku kao prašina i da bude udisana. Ova sposobnost da se širi vazdušnim putem znatno povećava vrijednost bakterija pegavca kao mogućeg sredstva u bakteriološkom ratovanju i potencijalnu opasnost od njihove upotrebe u ratu, uprkos tome što postoji vrlo efikasna vakcina protiv ove zaraze. S obzirom na njihovu visoku zaražljivost, moćnost i epidemičnost, bakterije pegavog tifusa trebalo bi staviti na vrh grupe predviđenih bakterioloških sredstava. U istu kategoriju sa pegavcem, ali ipak na nešto nižem nivou, trebalo bi takođe uključiti njegove najbliže rođake, cugamuši tifus (*scrub typhus*) i klice groznice Stenovitih Planina (sa mrljama), čije su odlike vrlo slične.

Trbušni tifus je kao i kolera, bolest koja se isključivo prenosi vodom i hranom i obje imaju mnoge zajedničke crte. Trbušni tifus izaziva *Bacillus typhosus* koji napada

*) Kad je knjiga pisana još nije bila pronađena Salkova vakcina. — Prim. red.

probavni sistem, naročito crijeva, i u ozbiljnijim slučajevima može da izazove smrt. Ista ograničenja koja su ranije rečena za koleru, odnose se i na tifusne klice, kao moguće bakteriološko sredstvo, uz napomenu da postoji vrlo efikasna dostupna vakcina protiv tifusne zaraze. Zbog toga možemo postaviti tifusne bakterije u istu kategoriju sa bakterijama kolere, ali na nešto niži nivo.

Žuta groznica je akutna, visoko zarazna i često smrtonosna febrilna bolest koju izaziva klica *Leptospira icteroides*, a karakteriše se žuticom, krvoliptanjem, povraćanjem i pojmom albumina u mokraći. Stalno se smatralo, na osnovu slavnog rada majora Voltera Rida i njegovih saradnika vojnih lekara koji su dokazali da se žuta groznica prenosi ubodom izvjesnih komaraca, da ne može biti prenijeta ni na jedan drugi način. Ipak, nedavno, slučajno zaražavanje laboratorijskih radnika klicom žute groznicice dokazalo je da može biti prenošena vazdušnim putem kada je kultivirani virus u obliku suhog praha. Ako se podje od toga da je stvoreno praktično sredstvo da se bakterije žute groznicice prenesu vazdušnim putem napole, onda će se odjedanput otkloniti glavne smetnje za upotrebu ovih klica kao sredstva bakteriološkog ratovanja. S obzirom na svoju visoku zaražljivost, moćnost i epidemičnost, bakterije žute groznicice će tada postati jedno od najopasnijih potencijalnih sredstava bakteriološkog ratovanja, uprkos činjenici što imamo vrlo efikasnu vakcinu protiv ove zaraze. Iznenadnim napadom može se lako zaražiti veliki procenat naroda na prostoriji cilja, prije nego što oni i saznaju da su izloženi dejству klica, a nije vjерovatno da će čitavo stanovništvo biti imunizirano prije jednog takvog napada, sve dok se ne bude imalo definitivno upozorenje na ovu opasnost od strane obavještajne službe.

Dizenterija (bacilna) je akutna, opaka i vrlo često smrtonosna bolest debelog crijeva, koju izaziva specifična klica, a karakteriše se grčevitim bolovima i izlučivanjem sluzi i krvi. Ona je potpuno različita i daleko ozbiljnija od obične dizenterije koja se izaziva probavnim poremećajima i od hronične amebne endemične (odomaćene) dizenterije u tropskim zemljama. U prošlosti je dizenterija bila

jedna od glavnih bolesti vojski na bojištu i često je izazivala više nesmrtonosnih žrtava nego neprijateljsko oružje. Ona je vrlo zarazna i teži da se brzo širi na gusto naseljenim prostorijama, naročito pri nedovoljnim sanitarnim uslovima. To je bolest koja se isključivo prenosi vodom i hranom, slična po tome trbušnom tifusu, iako je mnogo teže da se kontroliše u epidemičnoj formi. Ipak postoji dobra vakcina protiv bacilne dizenterije, koja nesumnjivo smanjuje njenu vrijednost kao vjerovatnog sredstva bakteriološkog ratovanja. Zbog toga može da bude stavljena u istu kategoriju sa tifusnim bakterijama kao vjerovatno ratno oružje.

Denga groznica i malarija. U istu kategoriju sa žutom groznicom, ali na izrazito niži nivo, možemo da stavimo ove bolesti koje su usko povezane i koje prenose komarci. Iako su među najmanje smrtonosnim epidemičnim bolestima, denga i malarija su dvije od najštetnijih bolesti zato što dugo traju, a neki od simptoma, kao što su neuralgični bolovi, slabost i duševna depresija, mogu da se produže za više mjeseci. Jedan drugi činilac koji dopunjava vrijednost denge i maličnih klica kao oružja bakteriološkog ratovanja sastoji se u tome što ne postoji nikakva vakcina protiv ovih zaraza. Ako je cilj neprijateljskog vazdušnog napada da stvori moćno psihološko dejstvo i potpuno nesmrtonosno onesposobljavanje stanovništva u naselju koje je uzeto kao cilj, klice denge ili malarije mogle bi biti vrlo efikasne za tu svrhu. Inače, ove klice nisu ozbiljne suparnice drugim vrstama epidemičnih bakterija koje su ranije navedene.

Manje opšte opasne bakterije

Pošto smo prethodno ukratko pregledali područje bakterija koje izazivaju opšte epidemične bolesti, osvrnućemo se sada na neke manje opšte, ali vjerovatno potencijalno opasnije, vrste klica koje su bile pomenute u objavljenoj literaturi kao moguća sredstva bakteriološkog ratovanja.

Tularemija (glodarska kuga) je akutna, visoko zarazna groznična bolest, koju izaziva specifična klica i vrlo jako liči na trbušni tifus. Bolest koja onesposobljava traje dugo a ozdravljenje teče polagano. Bolest se često komplikuje sa zapaljenjem pluća, iako nema mnogo kašlja i pljuvanja, te nije vjerovatno da će dovoljno klica biti izbačeno u vazduh da bi izazvale sekundarne slučajevе oboljenja. Zaraza može da bude raznesena mnogobrojnim putevima, kao što su: ujedi različitih vrsta insekata, zaražena hrana i pijača voda, direktni dodir i udisanje. Iako sa izvjesnog gledišta potsjeća na bubonsku kugu, tularemija nema određen ciklus zaražavanja kao kuga i ne prenosi se od čovjeka na čovjeka i to iz razloga koji nisu objašnjeni. U vezi sa tim njeno širenje nije tako jako kao širenje nekih drugih epidemičnih oboljenja. Sa druge strane, tularemija je jedna od najzaranijih od svih poznatih patogenih bakterija budući da je ubacivanje jedne jedine klice dovoljno da ubije miša. Laboratorijski opiti u Drugom svjetskom ratu pokazali su da bakterije tularemije mogu da budu uspješno rasute u vazduh putem prskanja. Iako prskanje ovih klica u njihovom prirodnom stanju ubija sve klice, izuzev malog procenta, pokazalo se da je koncentracija koja se nalazi u prskalici bila dovoljna da izazove smrt svih izloženih životinja. Takođe se pokazalo da se otpornost ovih bakterija prema procesu prskanja može povećati time što se ojačaju glicerinom, a izgleda da ne postoji sumnja da će se poboljšavanjem tehnike nastaviti dalje povećavanje njihovog efikasnog prenošenja vazduhom. Ne postoji zadovoljavajuća vakcina za ljudsku upotrebu protiv tularemije.

Usled svoje visoke zaražljivosti, mnogobrojnih puteva zaraze i produženih štetnih dejstava, bakterija tularemije spada u vrhunsku grupu potencijalno opasnih klica za upotrebu u ratu, naročito ako vojni cilj zahteva potpuno, nesmrtonosno onesposobljavanje ljudstva na ograničenoj površini.

Sakagija je visoko zarazna i vrlo razorna bolest kod konja, mula i magaraca, koju izaziva *Bacillus mallei*, a prenosi se i na druge životinje i čovjeka. Bolest se karakteriše groznicom, zapaljenjem sluznih opni, naročito nosa,

povećanjem i otvrdnjavanjem žljezda donjih desni i završava se smrću. Kao što je ranije rečeno, jedan od najranijih pokušaja da se upotrijebe klice koje proizvode bolest, kao sredstvo ratovanja, bio je sa bakterijama sakagije u Prvom svjetskom ratu i otada je izvršeno mnogo istraživačkih radova da bi se izgradile efikasne metode primjene ovih klica kao bakterioloških sredstava. Mada je ova bolest donedavno smatrana kao bolest koja se prenosi insektima, slučajna zaražavanja laboratoriskih radnika i laboratorijski opiti prskanjem u Drugom svjetskom ratu pokazali su da klice sakagije mogu da budu prenesene vazduhom. Ove bakterije stoje po zaražljivosti, moćnosti i epidemičnosti vrlo visoko, brzo se kultivisu i proizvode u znatnim količinama i izgleda da su sasvim otporne prema štetnim uslovima okoline, što sve doprinosi njihovoj vrijednosti kao bakteriološkog sredstva. Iako možda nisu tako razorne za čovjeka kao neka druga moguća sredstva bakteriološkog ratovanja, klice sakagije se stavljuju u vrhunsku kategoriju potencijalno opasnih ratnih bakterija.

Brucelzoa, koja se takođe zove »Bangova bolest«, visoko je infektivna groznična bolest koju izazivaju bakterije *Brucella*, a karakteriše se groznicom koja se penje i pada kroz seriju napada koji su rijetko smrtnosni, ali izazivaju simptome nesposobnosti za dug period vremena. Ozdravljenje od ove bolesti može da se protegne na nekoliko mjeseci, a poznato je da su se povratni napadi dešavali i poslije nekoliko godina. U pogledu specifične zaražljivosti, moćnosti i epidemičnosti, klice brucele su otprilike ravne bakterijama tularemije, jer je jedna jedina klica dovoljna da izazove zarazu. Brucelzu je teško dijagnosticirati usled različitih simptoma koji često uključuju melanholiјu i druge nervne poremećaje. Bolest napada kako ljudi, tako i životinje korisne čovjeku, iako izgleda da se ne prenosi direktno sa čovjeka na čovjeka ili druge životinje. Bakterije brucele se prenose mnogobrojnim putevima, kao: zaraženom hranom i pijaćom vodom, dodirom sa kožom i udisanjem; prvi je način najobičniji izvor zaražavanja ljudi, i to putem nepasterizovanoga mlijeka zaraženih krava i koza. Laboratorijski opiti prskanja klicama brucele bili su čak uspješniji od prskanja

bakterijama tularemije, jer je mnogo veći procenat ovih preživeo operaciju prskanja, čak i kada nisu bile vještački stabilizovane. Kao i u slučaju tularemije, ne postoji zadovoljavajuća vakcina za ljudе protiv bruceloze, a osim toga, bakterije bruceloze je vrlo teško ustanoviti.

Sve u svemu, klice brucele su, otprilike, po efikasnosti ravne tularemiji kao sredstvu bakteriološkog ratovanja. Prve imaju preim秉tvo u tome što je teško otkriti klicu i dijagnozirati bolest, a druge u tome što mogu da budu širene putem insekata, kao jednim putem više za raznošenje. Zato se može reći da je opasnost od bakterija brucele kao ratnog oružja otprilike ista kao i od tularemije.

Meloidozis je opaka bolest koju izaziva bacil *Malleomyces pseudomallei* i blisko je sroдna sakagiji, ali daleko gora po dejstvu. To je nedavno otkrivena i rijetka bolest, koja je dosada bila primjećena samo u ograničenim oblastima Jugoistočne Azije. Od trista zabilježenih slučajeva, u koje spada i nekoliko američkih vojnika u Drugom svjetskom ratu, preko 90% bilo je smrtonosno. Napada kako ljudе tako i životinje, a konji su naročito skloni ovoj bolesti, ali se ona ne prenosi direktno sa konja na čovjeka. Slično bubonskoj kugi, izgleda da se prenosi buvama pacova, pa iako ne postoje dokazi da se mogu prirodno prenositi vazdušnim putem, životinje mogu da budu inficirane udisanjem klica. Kao kod tularemije i bakterije brucele, laboratorijski opiti u Drugom svjetskom ratu su pokazali da mikrobi melioidozisa mogu da budu uspješno razneseni kroz vazduh putem prskanja. Iako nije tako visoko zarazna kao tularemija i brucelozа, ona je daleko smrtonosnija, tako da ima jedan od najvećih procenata smrtnosti od svih poznatih bolesti, a protiv nje ne postoji zadovoljavajuća vakcina za ljudе. Postoji vrlo malo objavljenih informacija o bakterijama melioidozisa, ali iz onoga što se zna o njihovim odlikama i karakteristikama izgleda da su one jedne od potencijalno najopasnijih klica koje mogu da budu upotrijebljene u bakteriološkom ratovanju.

Psitakozis (papagajska groznica) je teška i ozbiljna smrtonosna forma zapaljenja pluća, koju izaziva virus koji se izgleda prenosi isključivo vazduhom i, sa stanovišta zaražljivosti i moćnosti, ona je isto tako moćna kao

bilo koja druga poznata patogena klica. Na osnovu slučajne laboratorijske zaraze, cijeni se da jedan kilogram psitakozisa virusnog preparata sadrži dovoljno virusa da zarazi više od sedam milijardi ljudskih bića, ili otprilike tri puta toliko koliko postoji stanovnika na Zemlji¹⁸⁾. Laboratorijski eksperimenti su pokazali da klice psitakozisa mogu da budu uspješno rasute u zrak sa daleko većim procentom ostajanja u životu nego kod tularemije i bakterija sakagine. Iako nije bilo velikih epidemija psitakozisa, ipak je to bolest koja se sama širi i ako vazdušno rasturanje izazove dovoljan broj početnih slučajeva, nema sumnje da će nastupiti ozbiljne epidemije. Postoji vakcina protiv ove bolesti, ali je ona od tako sumnjive efikasnosti da se slabo može osloniti na nju kao zaštitu stanovništva od teških zaraza bakterijama psitakozisa, koje mogu da budu izazvane vazdušnim napadom sa tim klicama.

Zbog njihove visoke zaražljivosti, krajnje moćnosti i znatnog procenta smrtnosti bakterije psitakozisa moraju da budu postavljene blizu vrha na listi klica potencijalno opasnih u ratovanju.

Botulizam (trovanje hranom) je akutna bolest, koja brzo djeluje i često je smrtonosna. Nju izaziva krajnje moćan otrov (toksin botulina), koga proizvodi u tijelu žrtve bacil *Clostridium botulinum*, koji se uglavnom pojavljuje u nepravilno pripremljenoj hrani. Bolest se karakteriše zamagljivanjem vida, suvim ustima, oteklim jezikom, povećavajućim slabljenjem mišića, što sve dovodi do visokog procenta smrtnosti. S obzirom da je to toksin koga proizvodi bacil a nije direktna akcija samih klica, botulizam je, strogo uzevši, više hemiska reakcija nego bakterijska bolest. Eksperimenti za vrijeme Drugog svjetskog rata pokazali su da toksin botulina može da bude lako proizveden izvan živog tijela, kao, naprimjer, u optnim epruvetama i rezervoarima, a da je isto tako moćan otrov kao onaj koji se razvije unutar tijela žrtve. Za vrijeme posljednjega rata toksin je bio izlučen u čistu kristalnu formu i vjerovatno je najmoćniji od svih poznatih otrova. Smatra se da je smrtonosna doza za čovjeka

¹⁸⁾ Rosebury, op. cit. str. 86

otprilike 0,15 mikrograma¹⁹⁾), i to je jedini pravi biološki toksin koji je efikasan kada se guta, pošto se svi drugi uništavaju želudačnim stomačnim sokovima.

Pošto je toksin botulina hemiski otrov, a ne zarazno sredstvo, bolest se sama sobom ne širi i tako ne može da izazove epidemiju. Glavna opasnost od njegove upotrebe u ratu je, teorijski, veliki broj smrtnosti koju može prouzrokovati zatrovavanjem vazduha, vode i hrane na velikoj prostoriji cilja, ako bi mogao biti rasut u efikasnoj formi, kao, naprimjer, vazduhoplovnim bombama ili prskanjem. Tako, na osnovu teorijskih proračuna, jedna unca čistog toksina botulina sadrži dovoljno otrova da ubije 224,000.000 ljudi. Kao kod svih takvih teorijskih proračuna, znamo da bi praktični rezultati bili od daleko manje vrijednosti. Tako, potpuno je jasno da bi, čak iako bi neki prostor bio zatrovani toksinom u ubistvenoj koncentraciji, samo najmanji (mali) broj ljudi koji žive na tom prostoru mogao udahnuti najsitnije čestice, i pošto se toksin brzo uništava na otvorenom zraku, to bi njegov veliki malj postao neefikasan. Ipak, toksičnost botulina je ogromna i mora se uzeti u obzir kao velika opasnost u ratu.

Opasne bakterije sumnjive ratne vrijednosti

Prednjoj grupi manje opštih ali potencijalno opasnih bakterija, koje izazivaju bolest, trebalo bi dodati i one koje su bile pomenute u objavljenoj literaturi kao moguća bakteriološka sredstva, ali čija je vrijednost za bakteriološko ratovanje sumnjiva: 1) povratna groznica, 2) zarazna žutica, i 3) groznica Doline Sv. Joakima. Povratna groznica je akutna, zarazna, epidemična bolest, koju izaziva bakterija *Spirochaeta obermeieri* u krvi žrtve. Bolest je u izvjesnoj mjeri slična brucelozu po tome što se izražava povratnim napadima koji traju 5—7 dana, i mada je rijetko smrtonosna, onesposobljava za dugo vremena. Glavna smetnja za upotrebu ovih klica kao ratnih sredstava sastoji se u tome što se one ne mogu vještački

¹⁹⁾ Milioniti dio grama (28 grama = 1 unca).

gajiti bilo kakvim poznatim sredstvima. Izuzev činjenice da spirohete povratne groznicе mogu da ostanu žive i zarazne kod izvjesnih vrsta krpelji koje sišu krv, a koje su gladovale i spavale čak i pet godina, izgleda da ove klice ne posjeduju svojstva koja bi se mogla uporediti sa bakterijama drugih vrsta koje su mnogo korisnije kao sredstva bakteriološkog ratovanja. Prema tome, ne izgleda vjerovatno da bi klice povratne groznicе mogle biti upotrijebljene u ratu, a to se, iz istih uzroka, odnosi i na spirohete *zarazne žitice* (Vejlove bolesti). *Grozniča Doline Sv. Joakima*, koju izaziva jedna gljivica *Coccidiocdomysis*, druga je bolest koja, bez obzira na činjenicu da klice mogu da budu lako proizvedene i da su visoko zarazne ako se udišu, izgleda, ne pruža neka premućstva nad drugim snažnijim bakterijama koje će pre biti upotrijebljene kao bakteriološka sredstva u ratu.

Bakterije opasne za životinje

Ako bi bakteriološka sredstva u ratu bila usmjerena prvenstveno protiv životinja korisnih čovjeku, a ne protiv ljudi, biće vjerovatno upotrijebljene bakterije koje se brzo samo po sebi šire, kao što su virusi *stočne kuge* i *bolesti kopita i usta*. Tako su za napad na životinje pogodne bakterije koje izazivaju *septično krvoliptanje* (slično kugi kod čovjeka), *pleuropneumoniju* (zapaljenje pluća i plućne maramice) ili *svinjsku koleru*. Sve ove zarazne klice su visoko zarazne i vrlo opasne za domaće životinje, iako nisu opasne za živinu.

Ipak je sumnjivo da će bilo koja od upravo pomenu-tih bakterija biti upotrijebljena u ratovanju radije nego sljedeće vrste klica, koje su isto tako efikasne, ako ne još efikasnije, kako protiv domaćih životinja, tako i protiv čovjeka: *antraks*, *sakagija*, *brucelozu*, *grozniča Doline Rift*, *encefalomielitis konjski i botulizam*, od kojih ova posljednja pogoda konje, rogatu marvu, ovce i živinu isto tako kao i čovjeka.

Bakterije opasne za biljke

Za uništavanje života biljaka i povrća pomenute su u izvještajima logora Detrika tri vrste bakterija, koje izazivaju glavnu bolest, kao vjerovatna sredstva ratovanja: dvije koje izazivaju *snet i tamne mrlje* na riži koja raste i jedna koja izaziva *krompirovu zlaticu* na irskom krompiru i paradajzu. Govori se da smo mi bili spremni, da se Drugi svjetski rat produžio u 1946 godinu, da poprskamo japanska pirinčana polja bakteriskim sredstvima koja bi uništila rižu upravo prije žetve²⁰⁾.

Osim gljivnih virusa koji su upravo spomenuti, postoji familija spojeva, poznata kao »biljni hormoni« ili »auksini«, koji potiču biljke sa velikim listom da suviše brzo rastu i da uginu. Jedan od ovih, auksin 2,4-D, bio je otkriven kao vrlo efikasan i sposoban da svaki usjev biljaka širokog lista uništi ako se raspe iznad polja.

Bakterije nepogodne za ratovanje

Ako se ponovo vratimo na listu mogućih bakterioloških sredstava, primjetićemo da nismo raspravljali o ovim bakterijama u pogledu mogućnosti njihove upotrebe u ratu: ovčjim beginjama, malim beginjama, zauškama, tetanusu, tuberkulozi, difteriji, septičnim streptokokama, malariji, gonoreji, lepri, velikim beginjama i sifilisu. Njih ćemo sada ukratko razmotriti.

Ovčje beginje, male beginje i zauške su blage bolesti koje povlače malo onesposobljavanje i brzo se liječe, te je potpuno jasno da nisu vrijedne kao sredstva ratovanja.

Tetanus, difterija i velike beginje su mnogo ozbiljnije bolesti, koje povlače veće onesposobljavanje i sporije ozdravljenje i moglo bi se pomisliti da su vjerovatna sredstva bakteriološkog ratovanja, ali mi imamo tako efikasne ljudske vakcine protiv svake od njih, koje, putem

²⁰⁾ Engle, Leonard, »The Scope of Biological Warfare«, *The Nation*, 26 jul 1947.

vakcinacije, mogu potpuno uspješno da zaštite stanovništvo od napada njihovim klicama. To, i činjenica da ove bolesti nisu ni izdaleka tako razorne za ljudsko zdravlje i život kao što je to većina drugih bakterija o kojima se raspravljalo ranije, čini da nije vjerovatno da će takve bakterije biti upotrijebljene u ratu.

Klice gonoreje i sifilisa isključene su kao sredstva ratovanja s obzirom na prirodu kontakta potrebnog za izazivanje i prenošenje zaraze. *Lepra i tuberkuloza* mogu takođe biti smatrane kao nepodesna sredstva bakteriološkog ratovanja zato što zahtijevaju dugu izloženost da bi prenijele zarazu sa čovjeka na čovjeka, a čak i tada je širenje teško, lagano i neizvjesno. Osim toga, svaka tendencija širenja može biti lako spriječena izolacijom onih koji su zaraženi. *Klice septičnih streptokoka* mogle bi biti vjerovatna sredstva bakteriološkog ratovanja kada lična sklonost prema ovoj zarazi ne bi bila tako različita i nesigurna, ali je, osim toga, i njihova moć da izazivaju ozbiljne žrtve daleko manja od moći mnogih drugih vrsta klica koje mogu biti upotrijebljene, tako da upotreba ovog bakteriološkog sredstva u ratu nije vjerovatna.

U vezi sa svim što je ranije bilo rečeno u odnosu na različite vrste bakterija koje mogu vjerovatno da budu upotrijebljene u bakteriološkom ratovanju, mora se voditi računa o tome da lista ranije izneta sadrži samo one vrste koje su spomenute u objavljenoj literaturi, što predstavlja stanje na početku Drugog svjetskog rata. S obzirom na znatne napore u istraživanju i razvijanju sredstava bakteriološkog ratovanja, koji su bili izvršeni u ovoj i drugim zemljama u toku Drugog svjetskog rata i poslije njega, razumljivo je da je na tom polju bio postignut znatan progres u toku posljednje decenije koji nikada nije bio dostupan javnosti. Zbog toga moramo računati s tim da su pronađena i da će biti pronađena daleko moćnija bakteriološka sredstva od onih koja mi poznajemo. Pri takvom stanju stvari jasno je da bakteriološka sredstva čine jednu od najvećih opasnosti u budućem ratovanju.

Upoređenje bakterioloških sa hemiskim sredstvima

Osnovni principi bakteriološkog ratovanja su u mnogočemu vrlo slični principima hemiskog ratovanja, a u okviru toksičkog trovanja (kao što je kod botulizma) savsim se približavaju. Tako, moćnost bakteriološkog sredstva odgovara toksičnosti (otrovnosti) hemiskog sredstva. Pošto su bakterije živi organizmi koji se brzo množe u tijelu žrtve, to nije potrebno da se još u početku ubaci cjelokupan broj bakterija potrebnih da se ubije domaćin. Tako, vidjeli smo da je jedna jedina klica brucele dovoljna da izazove brucelozu koja može da bude smrtonosna. Iz toga razloga, uglavnom, biće potrebna manja količina bakteriološkog nego hemiskog sredstva. Takođe smo vidjeli da je toksin botulina najsmrtonosniji od svih poznatih otrova i da može biti lako proizvođen u velikim količinama u zavodima koji kultiviraju bakterije. Zato je i moguće da će u budućem hemiskom ratovanju biološki toksini zamjeniti hemiska sredstva koja proizvode otrove, samo ako se pronađu zadovoljavajući načini i sredstva da se oni ubace u tijela određenih žrtava.

Isti principi koji se primjenjuju pri zatrovavanju površine cilja pomoću hemiskih sredstava primjenjuju se i kod bakterioloških sredstava, naročito tamo gdje se za njihovo prenošenje upotrebljava vazdušni put. Ovdje je cilj, i to u oba slučaja, da se raspe sredstvo na takav način da u efikasnoj koncentraciji preovlada u atmosferi iznad površine cilja. To direktno ukazuje na to da se za bakteriološka sredstva upotrebljava sličan način rasipanja, kao što su avionske bombe i prskanje, koji se upotrebljava i za hemiska sredstva. S obzirom na to da male bombe pružaju mogućnost bolje raspodjele na površini cilja nego ista težina velikih bombi, izgleda da će se one radije upotrebljavati za bakteriološke napade iz vazduha. Isto tako, izgleda da je moguće rasipati bakterije iz onih istih, ili njima vrlo sličnih, aparata koji se sada upotrebljavaju za prskanje hemiskih sredstava iz aviona. Iako ne znamo ni za kakve objavljene informacije o ovom predmetu, ipak znamo za napredak koji je postignut u rasipanju insekticida po usjevima koji rastu da bi se ubili

insekti i gljivične bolesti. Na osnovu iskustva koje se u tome postiglo neće biti težak zadatak da se izgradi tehnika rasipanja bakterioloških sredstava iz vojnog aviona samo ako se jedanput savlada usko grlo vazdušnog prenošenja patogenih bakterija. Na osnovu onoga što znamo o rezultatima koji su postignuti u laboratoriskom radu na ovom problemu, možemo sigurno zaključiti da je rješenje na domaku, ako već nije ostvareno.

Bakteriološka oružja koja se upotrebljavaju u vazdušnom napadu

Na osnovu gornjih razmatranja može se zaključiti da će oružja za izvršenje bakterioloških vazdušnih napada vjerovatno uključiti (1) bombe, (2) prškanje, (3) različite sprave.

Bakterijske bombe. Tehnički zahtjevi za rasejavanje bakterija pomoću bombi su približno paralelni zahtjevima koji se odnose na rasipanje dugotrajnih bojnih otrova, kao što je iperit. To ukazuje na upotrebu malih bombi, koje vjerovatno ne prelaze 100 funti težine i koje sadrže otprilike 50 funti kulture bakterija u tečnosti ili u prahu. Takve bombe će biti pravljene sa što je moguće lakšim tijelom iz dva razloga: (1) maksimalnog kapaciteta i (2) zato da bi se lako otvarale. Za bakterijske bombe drugi razlog je daleko značajniji od prvog, budući da je većina bakterija vrlo osjetljiva na udar i na visoke temperature i pritiske. Otuda, ukoliko je manje eksplozivno punjenje potrebno da otvorи bombu i raspe njenu sadržinu, utoliko je bolje.

Kao i kod aviohemiskih bombi poželjno je da bakterijske bombe budu uređene tako da eksplodiraju na površini zemljišta gdje bi bakterije bile najefikasnije. Iz tog razloga, bakterijske bombe će biti opremljene trenutnim (superbrzim) udarnim upaljačima. Isto tako bi bilo vjerovatno dobro da se spriječi prodiranje bakterijskih bombi u zemlju time što bi se snabdijele padobranima za usporavanje pada, kao što je to slučaj kod izvjesnih tipova zapaljivih i eksplozivnih rasprskavajućih bombi. Ovi pa-

dobrani su maleni kišobrani napravljeni od tkanine i oni se nalaze u repu bombe, a izbacuju se pošto bomba padne sa aviona do određenog otstojanja, tako da bi time brzina bombe bila smanjena i ona bi pala uz vrlo lagan udar. Pomoću padobrana i superbrzih upaljača bakteriske bombe mogu biti tako podešene da eksplodiraju u dodiru sa površinom zemljišta i da raspu svoju sadržinu na zemlju ili upravo iznad nje. Tamo gdje je potrebno da bakteriske bombe budu bačene sa velikih visina, one mogu da budu grupisane u grozdovima, kao što se radi sa malim zapaljivim bombama.

Pribor za prskanje bakterija. Ako bakteriološka sredstva treba prskati u tečnoj formi, izgleda da bi se, uz male ili nikakve izmjene, mogao upotrijebiti i tip rezervoara koji se upotrebljava za prskanje bojnog otrova. Ovim rezervoarima potreban je vrlo mali pritisak pa da isprazne svoju sadržinu, a praktično jedini udar koji postoji pri prskanju to je onaj koji dolazi od dejstva tokova struja oko aviona. Ako se, sa druge strane, bakteriološka sredstva rasipaju u prahu, aparat za prskanje biće vrlo sličan onome aparatu koji se sada upotrebljava u komercijalnoj primjeni pri prskanju insekticida u prahu.

Različite sprave. Pod ovaj naslov mogu da budu uključeni sudovi za prenos bakterija, koji liče na čuturice ili boce koje saboteri mogu da prenose i da postave u rezervoare vode za piće da bi zarazili vodu za snabdijevanje grada. Čitav niz sprava ove vrste mogao bi se izmisliti i biti upotrijebljen od tajnih neprijateljskih agenata u namjeri da dezorganizuju normalnu aktivnost naselja i da terorišu stanovništvo opasnim izbjijanjem epidemičnih oboljenja.

Sadašnje stanje bakteriološkog ratovanja

Iako moć bakteriološkog ratovanja nije bila isprobana ratnim otsudnim opitom, istorija pokazuje pustošeća dejstva ogromnih epidemija koje su izazivale bakterije u prošlosti, a koje jasno pokazuju moć klica u izazivanju bolesti, desetkovajući cijelokupnog stanovništva i širenja smrti i demoralizacije na dugačko i široko.

Mi znamo za ogromne napore učinjene u istraživanju sredstava i razvijanju bakteriološkog ratovanja od strane vodećih svjetskih sila poslije Prvog svjetskog rata, i svi jesni smo stalnog i metodičnog napretka do kojega se došlo za vrijeme prošlih deset godina u sintetičnom fabrikovanju ogromnih količina bakterioloških sredstava za upotrebu protiv čovjeka, životinje ili usjeva. Isto tako imamo izvjesne pretstave progrusa do koga se došlo u pronalaženju oružja za upotrebu bakterioloških sredstava²¹⁾). Na osnovu toga znanja opravdano je da se zaključi da je bakteriološko ratovanje već izašlo iz okvira nagađanja u svijet praktičnog izvršavanja.

Iako ne postoje objavljene informacije koje bi pokazivale da je problem rasturanja bakterija vazdušnim putem potpuno riješen, mi ne smijemo sigurno da zaključimo da je takav slučaj i danas, s obzirom da poteškoće koje su ovdje u pitanju nisu veće od mnogih drugih na koje se nailazilo i koje su bile uspješno prevaziđene na ovom i drugim područjima naučnog vojnog istraživanja i razvijanja. U takvim uslovima jasno je da bakteriološko ratovanje pretstavlja jednu od najvećih opasnosti budućeg rata i da mu treba pokloniti istu pažnju koja se danas poklanja atomskom ratovanju. Iako je istinito da su, kilo za kilo, atomska sredstva daleko razornija za ljudski život od bakterioloških sredstava, mi ne možemo praviti direktno upoređenje između ta dva sredstva sve dotle dok se cjelokupne mogućnosti bakteriološkog ratovanja ne pokažu u ratu. Naravno, nijedna nacija ne može da čeka takav definitivan dokaz, a da prije toga ne preduzme sve moguće korake da zaštiti svoj narod od strahovitih uništenja koja sobom nosi bakteriološko ratovanje.

Uloga bakterioloških sredstava u budućem ratovanju

Svaka procjena uloge novog i neisprobanog oružja u budućem ratovanju obavezno se zasniva na teoriskim razmatranjima. U tom moru neizvjesnosti mi nismo pot-

²¹⁾ Baldwin W. Hanson, *The Price of Power*, str. 71—75, Harper and Brothers, New York, 1947.

puno bez karte i kompasa, pošto uvijek možemo da se rukovodimo upoređenjem i analogijom sa drugim načinima ratovanja koji se mogu uporedjivati, a ovde je hemsko ratovanje dovoljno blisko da se možemo osloniti na njega. Na početku, možemo usvojiti kao osnovnu pretpostavku jednu od najjasnijih pouka istorije, naime, da će nacije u ratu, kada su u teškom položaju, upotrijebiti svako sredstvo za vođenje rata za koje će vjerovati da će im pružiti preim秉stva nad neprijateljima. Kakva su, dakle, preim秉stva i loše strane bakterioloških sredstava u poređenju sa drugim starijim i provjerenim oružjima?

Isto kao i hemiska sredstva, bakteriološka sredstva izazivaju žrtve putem dodira sa materijom živog tijela, a do ovog dodira najbolje dolazi ako se atmosfera iznad prostorije cilja zasiti efikasnog koncentracijom takvih sredstava. Iskustvo iz Prvog svjetskog rata pokazalo je da su hemiska sredstva, upotrijebljena čak i na primitivan način onako kako su tada upotrebljavana, u nanošenju žrtava bila 4—5 puta efikasnija od iste količine eksploziva. Pokazali smo u našoj diskusiji o različitim vrstama bakterija, koje bi mogle da budu upotrijebljene u ratu, da postoje mnoge poznate vrste koje su u istim količinama efikasnije nego najjača hemiska sredstva upotrijebljena u Prvom svjetskom ratu. Na osnovu tog upoređenja može se reći da bi, izgleda, bakteriološka sredstva bila efikasnija nego eksplozivna ili hemiska sredstva, ako se kao kriterij uzme srazmjer izazvanih žrtava i vojnog napora potrebnih da se one nanesu.

Ali ovdje nailazimo na drugi faktor: šta je sa atomskim sredstvima? Iako još nismo stigli na predmet mogućnosti i ograničenja atomske sredstava, o kojima se raspravlja u sljedećoj glavi, bilo je ranije rečeno da je jedna jedina atomska bomba, onakva kakvu smo upotrijebili protiv Japana u avgustu 1945, bila moćna kao 20.000 tona TNT. Pošto se takva bomba ne bi mogla prenijeti avionom B-29 do prostorije cilja ako teži više od 10 tona, a ona, kao što ćemo vidjeti, vjerovatno teži mnogo manje, to se neposredno postavlja pitanje: zašto bi se upotrebljavala bakteriološka sredstva kada izgleda da su atomska sredstva mnogo moćnije oružje? Što se tiče razaranja

imovine i materijala kao ratnog cilja, to su i bakterije i hemiska sredstva isključeni, jer nijedna nisu efikasna protiv takvih ciljeva. Na pitanje koje je sredstvo efikasnije protiv ljudi i živih bića, može da se govori samo analitičkim upoređenjem svakog, pojedinačno, na osnovu *prostora pokrivanja* efikasne koncentracije po funti. Ne ulazeći u takvu analizu ovdje, možemo reći da je relativna moć nanošenja žrtava pomoću bakterija, u upoređenju sa atomskim sredstvima, daleko veća od onoga što je označeno srazmjerom eksplozivne moći o kojoj je bilo ranije riječi. Postoje drugi faktori koji ulaze u jednačinu, od kojih je jedan od najvažnijih relativna cijena.

Smatra se da je Sjedinjene Države bacanje dvije atomske bombe na Japan u Drugom svjetskom ratu stalo dvije milijarde dolara. Razumije se, u ovu cifru ulazi i cijena svih istraživanja, razvoja i proizvodnog rada koji je bio preduzet prije nego što su bombe napravljene, uključujući i cijenu konstrukcije svih potrebnih postrojenja. Otuda, sljedeće atomske bombe mogu da budu napravljene za mali dio prvobitne cijene projekta atomske energije. Ipak, investicije potrebne da se proizvode atomske bombe daleko su veće nego one koje su potrebne za drugu vrstu bombi. Ovdje nije toliko u pitanju količina novca, već više napor u ljudima i materijalu koji je novcem pretstavljen — što je od najvećeg značaja u vrijeme rata, naročito kada su komplikovane i ogromne fabrike naoružanja oštećene i razrušene neprijateljskim vazdušnim napadom i kada se moraju opraviti ili zamijeniti u toku trajanja rata.

Druge preim秉stvo bakterioloških sredstava nad atomskim, a čak i nad eksplozivnim i hemiskim sredstvima, jeste mali obim fabrika potrebnih da se proizvode bakterije, u upoređenju sa fabrikama koje su potrebne da bi se proizvodila atomska i druga sredstva. Čitava oprema koja je potrebna da se proizvede dovoljno bakteriološkog sredstva da bi se njime ispunio veliki broj bombi može se smjestiti u jedno jedino obično stvarište, dok su za proizvođenje hemiskih, eksplozivnih i naročito atomskih sredstava potrebne fabrike koje imaju mnogo zgrada na čitavim hektarima zemljišta. To znači da bakteriološka

sredstva mogu da budu proizvođena u tajnosti mnogo lakše nego druga ratna sredstva, što umnogome povećava element iznenadenja pri upotrebi bakterija u ratu. Slično tome, fabrike za proizvođenje bakterija mogu da budu efikasnije zaštićene od razaranja od strane neprijateljskih bombarderskih napada nego veće i povredljivije fabrike koje su potrebne za proizvodnju atomskih, pa čak i eksplozivnih i hemiskih sredstava.

Na kraju, što se tiče atomskih sredstava, raspoloživost osnovnih rijetkih materijala je kritična, te broj atomskih bombi koje mogu da budu proizvedene u budućem ratu može da bude sasvim ograničen dostupnošću osnovnog rijetkog materijala. Takva ograničenja se ne odnose na bakteriološka sredstva, pošto su bakterije dostupne svuda i mogu da budu kultivirane prostom opremom koja je u širokoj upotrebi u mirnodopškoj industriji.

Čak iako bi postojala potrebna postrojenja i sredstva za proizvodnju atomske bombe, nijedna nacija neće biti nikada voljna da igra samo na jednu kartu i da se osloni isključivo na jedno oružje, bez obzira kako ono močno bilo, da bi vodila rat koji može da dovede u pitanje njenovo vlastito postojanje. Naprotiv, koristiće sva sredstva da bi obezbijedila pobjedu i svako dopunsko oružje koje bi joj dalo preim秉stvo nad njenim neprijateljem biće nesumnjivo upotrijebljeno. Zato je naš zaključak da možemo očekivati pojavu bakteriološkog oružja u budućem ratovanju i da naše civilno stanovništvo treba da bude pripremljeno za takvu eventualnost.

7

ATOMSKA SREDSTVA

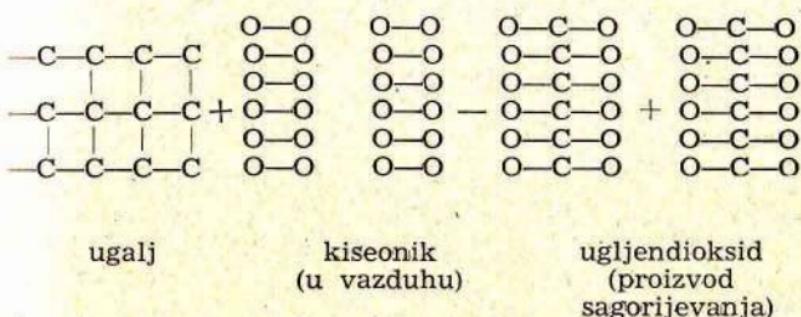
Definicija

Atomsko sredstvo je elementarna materija sposobna da momentano oslobađa atomsku energiju, sa supereksplozivnom snagom, u obliku udarnog talasa (udara), snažne topote i visokofrekventne radijacije, uglavnom *gama-zrakova* i slobodnih *neutrona*. Atomska energija može da bude jednostavno definisana kao energija oslobođena procesom *nuklearne fisije* što podrazumijeva preuređivanje sadrzine atoma, pri čemu se izvanredno mali procenat njegove mase pretvara u energiju, tako da izvršena promjena mijenja hemiske osobine atoma i on postaje drukčiji hemiski elemenat.

Priroda atomske eksplozije

Razlika između konvencionalnih i atomskih eksplozija. Glavna razlika između konvencionalne eksplozije (glava 3) i atomske eksplozije sastoji se u tome što kod prve dolazi do raspadanja molekula eksplozivne materije i ponovnog raspoređivanja njenih sastavnih atoma u nove molekule, a da se pri tome ne pogađa postojanost samih atoma; dok kod druge, odgovarajuće raspadanje i raspoređivanje događa se unutar samih atoma, čime se atomi mijenjaju u nove hemiske elemente putem pretvaranja dijela mase u energiju. Razlika između konvencionalne molekularne eksplozije i atomske eksplozije biće bolje ocijenjena, a prirodu posljednje biće lakše razumijeti, ako se uporedi mehanizam dejstva eksplozivnog sredstva sa mehanizmom dejstva atomskog sredstva.

Obično sagorijevanje. Kako je obična (molekularna) eksplozija brza forma sagorijevanja u kojoj se atomi, koji obrazuju molekule eksplozivne materije, razdvajaju jedan od drugoga i spajaju sa kiseonikom iz atmosfere da bi obrazovali nove molekule prostije materije, razmotrićemo prije svega fenomen običnog sagorijevanja. Sagorijevanje uglja, koji se uglavnom sastoji od elemenata ugljenika, može se simbolično pretstaviti na sljedeći način:

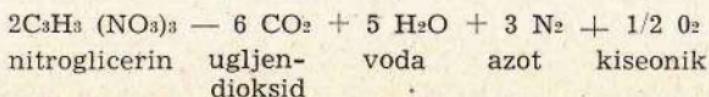


U hemiskoj promjeni kao što je ova, cjelokupan broj atoma, 12 ugljenika i 24 kiseonika, isti je poslije reakcije kao i ranije, a samo je raspored atoma različit. Sve što se događa, sastoji se u tome da se kidaju *valentne* veze između atoma ugljenika i atoma kiseonika, i da se odvojeni atomi ugljenika i kiseonika spajaju da obrazuju molekule ugljendioksida (CO_2). Kidanje valentnih veza atoma ugljenika i kiseonika oslobađa energiju u obliku toplote, čija je ukupna količina jednakna sumi toplota obrazovanja proizvoda sagorijevanja (CO_2) minus toplota obrazovanja elemenata ugljenika i kiseonika koji izazivaju reakciju. Sagorijevanje jedne funte uglja oslobađa 3.175,2 velikih kalorija²²⁾ toplotu koja je dovoljna da podigne temperaturu od 700 funti vode za 18 stepeni Farenhajtovih.

Obična eksplozija. Eksplozija brzantnog eksploziva, kao što je nitroglycerin, slična je sagorijevanju ugljena, izuzev u tome što nitroglycerin sadrži u sebi sav potreban

²²⁾ Velika kalorija je količina toplotne potrebne da podigne temperaturu 1 kg vode (2,2 funte) za 1°C .

kiseonik za reakciju, dok ugalj da bi goreo potrebuje kiseonik iz vazduha. Jednačina za hemisku reakciju koja se dešava pri eksploziji nitroglicerina je sljedeća:



Eksplozija jedne funte nitroglicerina oslobađa 659,3 velike kalorije toplote ili otprilike samo peti dio cijelokupne toplote koja se oslobodi sagorijevanjem iste količine uglja. U čemu je, onda, razlika između sagorijevanja uglja i eksplozije nitroglicerina, koja čini da je posljednja toliko mnogo snažnija? Tri osnovna faktora koji čine tu razliku jesu: 1) produkti eksplozije su početno ograničeni na isti prostor koji je bio zauzet eksplozivom, 2) visoka temperatura eksplozije, 3) ogromna brzina hemiske reakcije (eksplozija).

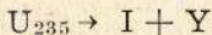
Kod eksplozije svaki kubni palac*) nitroglicerina proizvodi približno 1.150 kubnih palaca gasa na 0 stepeni Celzijusovih koji, sve dok ne bude oslobođen eksplozijom suda, zauzima isti prostor koji je zauzimao eksploziv. U isto vrijeme, toplota oslobođena eksplozijom podiže temperaturu proizvedenih gasova na otprilike 3.040°C koja nastoji da dalje proširi zbijene gasove i povećava njihov pritisak za otprilike dvanaest puta, tako da se gotovo svaki kubni palac gasa, kada se oslobodi, proširuje do otprilike 13.800 kubnih palaca. Sve dotle dok gasovi oslobođeni eksplozijom ostaju zbijeni, oni vrše pritisak na zidove suda koji je ravan pritisku, približno, 670 tona po kvadratnom palcu. Ovaj ogroman pritisak je proizведен u tako malom djeliću sekunde ($1/10.000$), tako da se snaga koju izazivaju gasovi eksplozije još povećava brzinom kojom je udarala o zidove suda.

Eksplozija TNT, $\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)(\text{NO}_2)_3$, slična je eksploziji nitroglicerina, izuzev u tome što TNT nema dovoljno kiseonika za potpunu oksidaciju svojih uglednih atoma, te zato ima, otprilike, samo $3/4$ eksplozivne snage nitro-

*) 1 palac (inch) = 2,5400 cm. — Prim. red.

glicerina, približno 500 tona po kvadratnom palcu. U napred izloženim primjerima običnog sagorijevanja i eksplozije, svi atomi koji uzimaju učešća u reakcijama zadržavaju svoje hemisko svojstvo, a cjekupan broj i vrsta atoma u proizvodima reakcije je isti kao i u materijama koje vrše reakciju. To će reći da je težina proizvoda reakcije jednaka sa težinom materije koja je vršila reakciju, i da pri tome nikakva materija nije bila stvorena niti uništена.

Atomske reakcije. Suprotno molekularnim reakcijama, onakvim kakve su ranije pomenute, atomske reakcije mijenjaju svojstva samih atoma i atomsко sredstvo (koje je uvijek jedan elemenat) pretvara se u *nove elemente*. Ovdje se hemisko svojstvo atoma i atomsко sredstvo mijenjaju i novi se elementi stvaraju. Tako, reakcija koja se dešava u atomskoj bombi koja eksplodira može da bude izražena sljedećom jednačinom:



Ovdje se elemenat urana transformira u nove elemente, jod i itrijum, od kojih se prvi često javlja, a drugi je prilično rijedak elemenat. Ova transformacija elementa jedne vrste u elemente drugih vrsta je protivna osnovnim principima obične hemije. Ali se time ne iscrpljuje sve, u transformaciji se mali dio samog urana pretvara u *energiju*, tako da je težina proizvoda reakcije manja od originalne težine urana. To znači da je u atomskoj reakciji materija stvarno *uništena* pretvaranjem u energiju, što je takođe protivno jednom od osnovnih zakona obične hemije: u hemiskim reakcijama materija se ne stvara niti uništava nego se samo transformira u druge vrste materije.

Najočitija razlika između obične molekularne reakcije i atomske reakcije sastoji se u ogromnoj količini energije koju proizvodi atomska reakcija. Tako, eksplozija jedne funte urana proizvede dovoljno toplote da temperaturu 2 milijarde funti vode podigne za 18 Farenhajtovih stepeni, dok se isti porast temperature kod 700 funti vode dobija sagorijevanjem jedne funte ugljena, a

kod 140 funti vode eksplozijom 1 funte nitroglicerina. Zašto su promjene energije u atomskim reakcijama u tolikoj mjeri veće od promjena energije u običnim hemiskim (molekularnim) reakcijama? I gdje se nalazi izvor tako velikog povećanja energije koja se oslobađa u atomskim reakcijama? Čak ni najnapredniji naučnici ne znaju potpune odgovore na ova pitanja, koji se, izgleda, nalaze u razlici između prirode i veličine snaga koje vezuju atome *jedan sa drugim* da bi obrazovali molekule, i snaga koje vezuju sastavne dijelove atoma da bi obrazovali atome.

Atomi i molekuli. Pri razmatranju karaktera atomskih reakcija i atomske energije neophodno je da imamo jasno razumijevanje o osnovnim razlikama između atoma i molekula i između elemenata i drugih materija. Na osnovu učenja hemije, prije pojave atomskog doba na početku ovog stoljeća, sva materija je bila rastavljena uglavnom od *atoma* za koje se smatralo da su najmanji nedjeljivi dijelovi materije koja postoji, bilo sami ili u kombinaciji sa drugim sličnim dijelovima iste ili različite materije. Kombinacija dva ili više atoma obrazuje *molekul* koji je najmanja čestica u kome se materija može dijeliti i zadržati sva hemiska svojstva te materije. Kada se atomi kombinuju sa drugim atomima iste vrste, molekul koji se dobije zove se »*elemenat*«, kao, naprimjer, kada se dva atoma vodonika, H, kombinuju da obrazuju molekul vodonika (H—H), ili H_2 . Kada se atomi kombinuju sa drugim atomima različite vrste, molekul koji se dobije naziva se »*jedinjenje*«, kao, naprimjer, kada se dva atoma vodonika, H, kombinuju sa jednim atomom kiseonika, O, da obrazuju molekul vode (H—O—H), ili H_2O . Prema tome, *elemenat* je materija koja ne može biti rastavljena na prostije materije, dok *jedinjenje* može da bude rastavljeno na prostije materije pošto je sačinjeno od atoma različitih vrsta u svom molekulu. Naprimjer, ako je molekul vodonika (H—H) rastavljen na njegova dva atoma, oba atoma posjeduju sva hemiska svojstva vodonika i zadržavaju svoju osobinu kao vodonika, zbog čega je vodonik klasiran kao elemenat. Sa druge strane, ako se molekul vode (H—O—H) rastavi na svoja tri atoma, atomi vodonika posjeduju hemiska svojstva vodonika, dok atom

kiseonika posjeduje samo svojstva kiseonika, a oba su različiti od hemiskog svojstva vode. Pošto molekul vode gubi svoju hemisku istovetnost sa vodom, klasiran je kao jedinjenje.

Na osnovu postavki ovih definicija slijedilo je da su sve materije u univerzumu sastavljene od jednog ili više elemenata, a s obzirom da atomi nisu mogli da budu dijeljeni niti da mijenjaju svoje hemiske osobine, nijedan elemenat nije mogao da bude rastavljen ili promijenjen u neki drugi elemenat. Ova posljednja postavka, poznata kao princip *nepromjenljivosti elemenata*, pretstavljala je stijenu o koju su se razbijali svi napor srednjevjekovnih alhemičara da promijene neplemenite metale (olovo) u plemenite metale (zlato). Ovaj princip je jedna od osnovnih dogmi hemiske nauke i još uvijek se smatra važećim za hemiske reakcije izvan atoma. Jedan drugi osnovni princip preatomske hemije jeste zakon o *očuvanju energije* koji kaže da se u svim hemiskim reakcijama energija ne stvara niti uništava nego samo mijenja. Otuda, kada je energija oslobođena hemiskom reakcijom, ona je proizašla iz energije koju je dao neki spoljni izvor da bi se obrazovale materije koje vrše reakciju, a nije stvorena hemiskom reakcijom.

Kod običnih hemiskih reakcija, ako je cijelokupna energija proizvoda reakcije manja od cijelokupne energije materija koje vrše reakciju, razlika u energiji je oslobođena reakcijom, obično u obliku toplote, i zato se kaže za reakciju da je »egzotermična«, to jest da stvara toplotu kao kod prostog sagorijevanja i eksplozije. Naprotiv, ako je cijelokupna energija proizvoda reakcije veća od cijelokupne energije materija koje vrše reakciju, razlika mora da bude nadoknadena (obično u obliku toplote) iz nekog spoljnog izvora, a reakcija se zove »endotermična«, to jest upija toplotu. Na osnovu ovih postavki slijedi da se energija (toplota) oslobođena egzotermičnom reakcijom može izračunati ako se oduzme cijelokupna toplota obrazovanja proizvoda reakcije od cijelokupne toplote obrazovanja materija koje vrše reakciju, pošto razlika čini oslobođenu toplotu reakcije.

Priroda energije. Široko shvaćeno, energija se može razumjeti kao snaga kojom bilo šta djeluje efikasno da se pokrenu ili primjene druge stvari, ili da se postigne neki rezultat. Kada sila pokreće tijelo, kaže se da se vrši *rad*, a mjera izvršenog rada je komponenta *sile* u pravcu kretanja, pomnožena sa otstojanjem na koje se tijelo kreće. Pošto je energija sila u dejstvu, količina energije koju tijelo posjeduje jeste njegova sposobnost da obavlja rad, i obratno, svaka druga stvar koja može poteći iz rada ili biti pretvorena u rad pretstavlja energiju. Otuda su energija i rad ekvivalentni, a odnos među njima može da bude izražen jednačinom:

$$E = W = Fs = 1/2 MV^2$$

gdje je: E = energija

W = rad

F = sila

s = otstojanje na kome sila F dejstvuje

M = masa tijela

V = brzina tijela

Na osnovu jednačine, ako masu, M , koja se kreće brzinom V , zaustavi sila F , na otstojanju s , izvršen rad silom je Fs , energija upotrebljena za izvršenje rada je E , a obadvoje, rad i energija, jednaki su proizvodu mase tijela koje se kreće, pomnoženom polovinom njegove brzine na kvadrat. Energija koja je jedino posljedica kretanja zove se »kinetička energija«.

Kada se sila primjeni na tijelo i, umjesto da ga pokreće, napadne ga ili deformiše, vrši se unutrašnji pritisak na tijelo. Ako sila, F , koja djeluje na tijelo proizvede pritisak ili deformaciju, d , proizvedeni pritisak S , koji je izvršen u tijelu jednak je sili F , a rad izvršen tijelom je Fd , dok je energija upotrijebljena za rad E . Ako je tijelo elastično i ako je bilo komprimirano do izvjesne razmjere, d , poslije otklanjanja sile F , unutrašnji napon, S , koji je protivsila, povratiće tijelo na njegov početni oblik time što ga proširuje na isto otstojanje d . Ovdje se rad širenja, Sd , izjednačava sa radom komprimiranja, Fd , a koncen-

trirana ili statična energija, E , u tijelu (koja je jednaka radu kompresije) zove se njegovom »potencijalnom« energijom.

Kinetička energija se stalno mijenja u potencijalnu energiju, i obrnuto, a obe postoje u različitim oblicima koji mogu biti klasificirani na sljedeći način:

Kinetička energija

- kretanje
- vibracija
- toplota
- elektricitet (u pokretu)
- radijacija

Potencijalna energija

- napon
- gravitaciono odvajanje
- magnetizacija
- elektrifikacija
- hemisko odvajanje

Mehanička ekvivalentnost toplote. Svaki oblik energije ima određen kvantitativan odnos prema drugom obliku, pri čemu je najkorisniji odnos onaj između mehaničke kinetičke energije i toplote, koji je izražen jednačinom:

$$E = JQ$$

gdje je: E = količina energije ili rad,

$$Q = \text{količina toplote}$$

J = faktor vezivanja ili *mehanički ekvivalenat*.

U metričkom sistemu jedinica energije (i rada) je *erg*,²³⁾ koja se definiše kao utrošen rad u kretanju tijela na otstojanje od 1 santimetra sa silom od 1 dina, a din se definiše kao sila koja, djelujući na masu težine 1 grama u toku 1 sekunda, proizvodi brzinu 1 santimetra na sekund. Din je otprilike ekvivalentan težini miligrama. Kada je energija, E , izražena u ergima a toplota, Q , izražena u kalorijama, mehanički ekvivalenat topline J , ima vrijednost od $4,2 \times 10^7$, i

$$E = 4,2 \times 10^7 Q$$

Radioaktivnost. Ubrzo poslije otkrića radijuma 1898 godine, učinjenog od strane supružnika Kiri, primjećeno je da ovaj elemenat spontano daje svjetlosna zračenja koja

²³⁾ 1 erg je takođe $= 0,738 \times 10^{-7}$ stopa funte ili $0,274 \times 10^{-13}$ kilovatčasova.

su prenosila energiju i bila praćena progresivnim smanjivanjem mase tijela iz koga su proisticala. Bilo je isto tako primijećeno da kroz davanje svojih zračenja, ili zraka energije, atomi radijuma trpe progresivno raslojavanje, ili raspadanje, koje je uzastopno mijenjalo radijum u čitav niz modificiranih oblika koji su privremeno bili nazvani radijum A, B, C, D i E. Bilo je odmah jasno da je ovaj fenomen, poznat kao »radioaktivnost«, suprotan osnovnim principima obične hemije u tome što se ovdje naišlo na elemenat koji je mijenjao svoje hemisko svojstvo i postajao drugi elemenat, preobraćanjem dijela svoje mase u energiju, tako da je cijelokupna težina proizvoda reakcije bila manja od težine materije koja je vršila reakciju.

Bilo je zatim otkriveno da se fenomen radioaktivnosti događa u mnogim teškim elementima koji se nalaze u prirodi, kao što su uran i torijum, i da može isto tako da bude na veštački način stvoren u nekim prostim stalnim elementima, kao što su jod i itrijum, koji se proizvode raslojavanjem urana. Kod svih radioaktivnih elemenata atomi izbacuju deo svoje materije i tako postaju drugi elementi. Izbačene čestice su takođe često praćene radijacijom poznatom pod nazivom »gama-zraci« koji su slični X-zracima, ali daleko energičniji i prodorniji u dejstvu.

Ajnštajnova jednačina. Zagonetka radioaktivnosti bila je silno rasvetljena 1905 godine kada je Ajnštajn objavio svoju čuvenu teoriju relativiteta, u kojoj je pokazao da se *materija može pretvoriti u energiju* u utvrđenom kvantitativnom odnosu, shodno jednačini:

$$E = MC^2$$

gde je *E* energija, *M* masa²⁴⁾, a *C* je brzina svjetlosti. Na osnovu ove jednačine, količina energije oslobođena raspadanjem atoma radioaktivne materije može da bude određena oduzimanjem, od mase radioaktivnog elementa, mase proizvoda reakcije, a zatim množenjem ostatka kvadratom brzine svjetlosti. Pošto je prosečna brzina svjetlosti 186.300 milja u sekundu (30 milijardi santimetara na se-

²⁴⁾ Masa tijela je njegova težina, *W*, podijeljena ubrzanjem Zemljine teže, *g*, to jest $M = W/32,2$ funte.

kund), to je razumljivo da će pretvaranje vrlo male količine materije proizvesti ogromnu količinu energije. Tako, 1 gram materije, poslije pretvaranja u energiju, oslobađa 9×10^{20} erga energije, a 1 unca materije je ekvivalentna energiji koju proizvede velika elektrocentrala Boulder Dam u toku jednog mjeseca.

Upoređenje Ajnštajnove jednačine sa jednačinom kinetičke energije pokazuje zadivljujuću sličnost, izuzev u odnosu na razliku razmjera faktora brzine. Tako je,

$$E = MC^2 \text{ Ajnštajnova jednačina, a}$$

$$E = 1/2 MV^2 \text{ jednačina kinetičke energije.}$$

Maksimalna brzina od 7.000 stopa u sekundu, koju posjeduju djelići eksplozivne bombe kada ona eksplodira, pretstavlja otprilike granicu brzine kojom se tijela kreću na zemlji. Za tijelo mase od 1 grama koje se kreće ovom brzinom, kinetička energija je:

$$E = 2,38 \times 10^{10} \text{ erga,}$$

dok će pretvaranje istog tijela u energiju, na osnovu Ajnštajnove jednačine, dati:

$$E = 9 \times 10^{20} \text{ erga.}$$

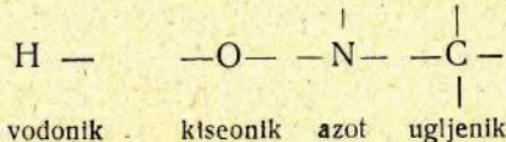
Tako je *potencijalna* atomska energija grama materije otprilike 38 miliona puta veća od najveće *kinetičke* energije koju posjeduje ista masa pri maksimalnoj brzini koja joj se može dati bilo kojim dosada izmišljenim sredstvom.

Valentnost. Rekli smo da se osnovna razlika u oslobođanju energije između molekularnih reakcija obične hemije i atomskih reakcija nalazi uglavnom u razlikama unutrašnje strukture molekula i atoma. Na osnovu doatomske hemije, atom je bio osnovna jedinica svake materije i nije mogao biti dijeljen ili rastavljen na bilo kakve sastavne dijelove. Zamišljalo se da svaki atom ima privlačnu snagu prema drugim atomima bilo od iste ili druge vrste, po čemu se mjerila njegova moć da se kombinuje sa drugim atomima uvijek u određenom odnosu sa svakom vrstom atoma, koji je zavisio od jačine njegove privlačne sile, koja se zvala njegova »valentnost«.

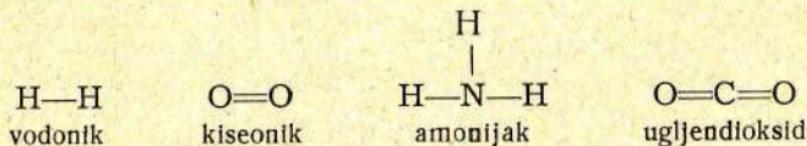
Bilo je zapaženo da se neke vrste atoma mogu spajati samo sa nekim drugim vrstama atoma, na osnovu čega

se zaključivalo da je privlačna sila među atomima bila u prirodi elektromagnetskog privlačenja koje postoji među pozitivno i negativno nabijenim materijama, i da su svi atomi bili nabijeni pozitivno ili negativno. Na osnovu tega, svi elementi (od kojih je sada poznato 96) su klasificirani bilo kao pozitivni bilo kao negativni. Usljed privlačne snage koja uvijek djeluje među njima, atomi ne postoje u slobodnom stanju u prirodi nego su uvijek spojeni sa drugim atomima da bi obrazovali molekule.

Pošto se atomi uvijek spajaju sa drugim atomima u određenim proporcijama koje su u jednostavnoj i višestrukoj srazmjeri (koja zavisi od relativne snage sile privlačenja ili valentnosti svakog atoma), i pošto je vodonik najlakši i najprostiji atom, valentnosti vodonika data je vrijednost jedinice, a valentnost svih drugih atoma je neko prosto množenje jedinice koje zavisi od njene moći spašanja, u upoređenju sa vodonikom. Tako, kiseonik koji se spaja sa vodonikom u srazmjeri 2:1, ima valentnost od 2, azot 3, ugalj 4, itd. Valentne veze koje drže atome zajedno u molekulu označene su isprekidanim crtama koje zrače od simbola ka elementu, tako:



Struktura molekula. Molekuli se smatraju za male čestice u kojima se atomi drže jedan prema drugom prostornim odnosom njihovih valentnih veza, tako naprimjer:



U gasovitom stanju isti broj molekula postoji u dатој zapremini gasa, na istoj temperaturi i pritisku, bez obzira na vrstu molekula, na osnovu čega molekularna težina različitih vrsta jedinjenja može da se direktno odredi upoređivanjem težina jednakih zapremina njihovih ga-

sova, na istoj temperaturi i pritisku. Pošto je težina molekula suma težina njegovih atoma, relativne težine različitih vrsta atoma mogu da budu određene na osnovu molekularnih težina molekula koji su sadržani. Pošto je vodonik najlakši od svih elemenata, to je dobio atomsku težinu 1, a atomske težine svih drugih elemenata određuju se upoređenjem svojih težina sa težinom vodonika.

Uglavnom, pošto se broj atoma u molekulu povećava, valentne veze koje spajaju atome zajedno nastoje da postanu slabije, zbog čega molekularna grupa postaje manje stabilna i lakše se raspada na prostije molekule. Isto tako je tačno da je raspadanje bilo kojeg kompleksnog molekula, u kome se atomi drže slabom silom, na prostije molekule, u kojima su sile jače, praćeno oslobađanjem energije. Na osnovu toga su eksplozivne materije, kao, naprimjer, TNT, čiji su molekuli relativno kompleksni a valentne sile relativno slabe, nestabilne i u eksploziji se raspadaju na jednostavnije gasove (azot, azotni oksidi, oksidi ugljenika i vodena para), uz oslobađanje relativno velike količine energije, uglavnom kao topote. Čim otpočne raspadanje TNT, posredstvom odgovarajućeg detonatora, proizvedeni udar izaziva raspadanje mnogih molekula, a sveukupna norma raspadanja TNT molekula je vrlo visoka, sa odgovarajućim brzim oslobađanjem energije.

Nešto slična situacija postoji i u slučaju atomske eksplozije, u tome, govoreći uopšteno, što se veći i kompleksniji atomi, kao što su radijum i uran, lakše raspadaju na prostije elemente nego što je to slučaj sa manjim i manje kompleksnim atomima, kao što su vodonik i kiseonik. Tu se analogija završava, pošto energija oslobođena atomskim raspadanjem nije proistekla iz topote formiranja materije, kao kod molekularnog raspadanja, nego iz stvarnog pretvaranja u energiju dijela same materije.

Struktura atoma

Sastavni dijelovi atoma. Da bi se razumjela priroda atomske reakcije, koja prevazilazi osnovne principe obične

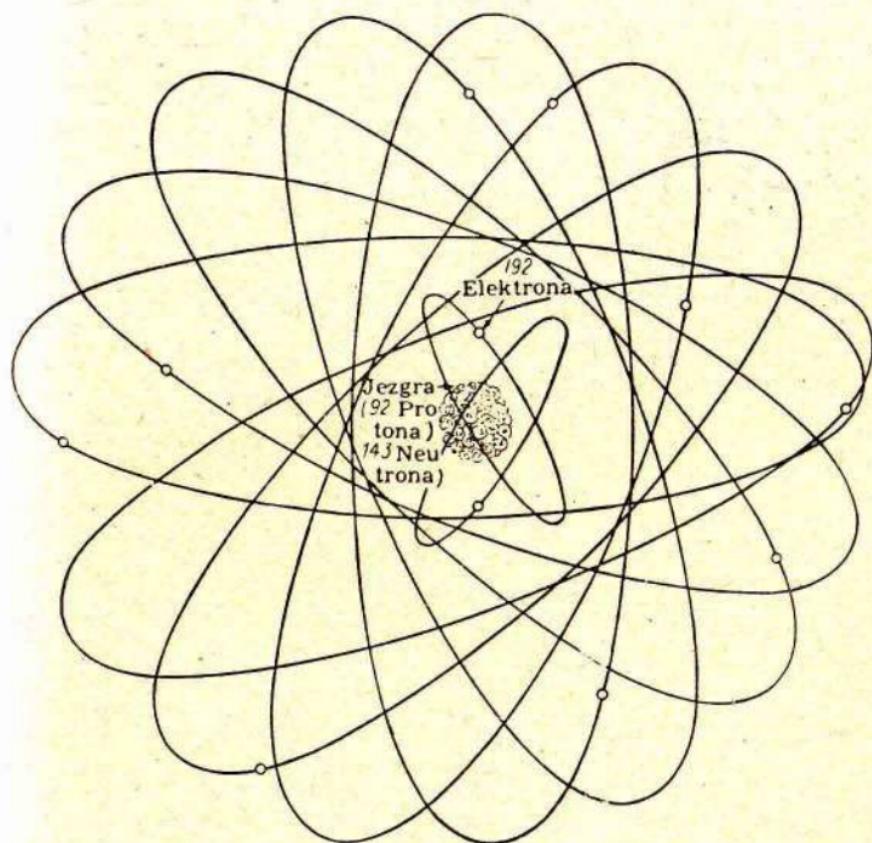
hemije, moramo nešto znati o unutrašnjoj strukturi atoma, koji se više ne smatra kao čvrst, homogen, i nepromjenljiv dio materije, nego se sada usvaja kao mali svemir unutar samog sebe. Sa stanovišta današnjih naučnih pogleda, svi atomi se sastoje od centralnog jezgra pozitivno nabijenih čestica, koje su prozvane »nukleusi«, a koje su okružene, na relativno velikom otstojanju, jednom ili nekolikim negativno nabijenim česticama koje su nazvane »elektroni« i koje su u stalanom kretanju oko nukleusa (jezgra) sličnom kretanju planeta okolo sunca. Svi atomski nukleusi sadrže određeni broj čestica, od kojih svaka nosi jedinicu, pozitivno punjenje elektriciteta, koja se zove »proton«, i određen broj čestica koje su električno neutralne, koje su nazvane »neutroni«. Broj elektrona u atomu je ravan pozitivnim nabojima njegovog nukleusa, tako da je čitav atom električno uravnotežen, ili neutralan (vidi sl. 22).

Mase neutrona i protona su gotovo jednake, a obe su skoro jednake jedinici na skali atomske težine. Pošto su protoni i neutroni jedinice od kojih su sastavljeni atomski nukleusi (jezgra), oni se često zovu »nukleoni«. Pošto je masa nukleona približna jedinici, *cjelokupan broj nukleona u nukleusu atoma je jednak atomskoj težini²⁵⁾* elementa. Broj prisutnih protona označava atomski broj elementa, i to je upravo atomski broj, a ne atomska težina, koji označava *hemiska svojstva elementa*. Tako, uran, koji ima atomski broj 92, a atomsku težinu (broj mase) 238, označen je simbolom $^{92}_{\text{U}}{}^{238}$.

Izotopi. Kada dva ili više atoma imaju jezgra koja sadrže isti broj protona, to jest isti atomski broj, ali različit broj neutrona i zbog toga različite atomske težine, oni su uglavnom identični sa hemiskog stanovišta, iako su često različiti u pogledu nuklearne stabilnosti. Oni se nazivaju »izotopi«. Većina elemenata postoji prirodno u dvije ili više stabilnih izotopičnih formi, koje se stvarno hemijski ne razlikuju, iako su njihove atomske težine različite. Tako, vodonik ima 2 stabilne izotopične forme (brojevi

²⁵⁾ Tačnije, broju mase koji je najbliži celom broju atomske težine.

mase 1 i 2); kiseonik ima 3 (brojevi mase 16, 17 i 18), a kalanj ima najmanje 10 stabilnih izotopa. Pošto su izotopi različiti oblici istog elementa, oni imaju isti hemiski znak, a razlikuju se jedan od drugog time što se znaku elementa dodaje broj koji označava približnu atomsku težinu (broj mase) izotopa. Tako su $^{92}\text{U}^{238}$ dva izotopa elementa urana, koji ima atomski broj 92.



Sl. 22 — Šematski dijagram atoma urana 235 (nije u srazmjeri)

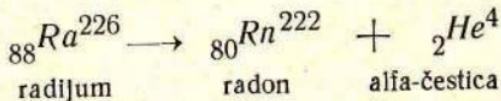
Elektronски omotači. Elektroni kruže oko jezgra teških atoma u seriji radiusno raspoređenih kružnih linija koje određuju elektronske omotače, od kojih svaki može da drži samo određen broj elektrona; kada je jedan omo-

tač popunjeno, elektroni stvaraju drugi omotač dalje od jezgra. Elektroni u najdaljem omotaču, koji nisu tako tjesno povezani sa jezgrom kao oni u unutrašnjim omotačima, zovu se »valentni« elektroni i upravo oni su ti koji određuju hemiska svojstva atoma. Elektroni mogu da budu izbačeni iz svojih omotača udarom elektronima visoke brzine koji su izbačeni iz atoma, a kada se jedan elektron na taj način izbací, atom nije više električno neutralan, već je pozitivno nabijen sa 1. Proces uklanjanja elektrona iz jednog od spoljnih omotača zove se »jonizacija« a atom koji se dobije zove se »jon«. Kad je jedan elektron izbací iz unutrašnjeg omotača, nastala praznina se odmah popuni elektronom koji tu uskoči iz spoljnog omotača. Kod ovakvog fenomena, poznatog kao »elektronski prelaz«, energija se oslobađa u obliku X-zraka čija se energija mjeri elektron-voltama, to jest energijom potrebnom da se jedan elektron ubrza snagom jednog volta.

Prirodna radijacija

Radioaktivni elementi koji postoje u prirodi emituju tri vrste radijacije (zračenja): 1) alfa-čestice (pozitivne), 2) beta-čestice (visokobrzni negativni elektroni) i 3) gama-zrake.

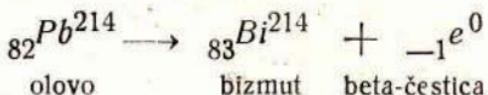
Alfa-čestice su čestice sastavljene od 2 neutrona i 2 protona, i, pošto su masivne u poređenju sa elektronima, one se lako apsorbuju u materiji. Kada se radijum raspada u radon, tada se emituje nukleus helijuma, tako,



Nukleus helijuma, ${}^2\text{He}^4$, je alfa-čestica.

Beta-čestice. Kada odnos neutrona prema protonu u atomskom jezgru leži van obima stabilnosti (1,0 do 1,6), neutron će se menjati u proton, i obrnuto, a jedan elektron će biti izbačen iz jezgra radioaktivnog izotopa. Ovaj fenomen je poznat kao »beta-aktivnost«, a izbačena čestica

zove se »beta-čestica«. Kada se izotop olova, $^{82}\text{Pb}^{214}$, raspada u bizmut, izbačena je beta-čestica, tako,



Tako je beta-čestica elektron koji se nalazi u atomskom jezgru, a kako je beta-čestica prost, tj. negativan, elektron, emitovanje je poznato kao »negativna beta-aktivnost«, a kada je beta-čestica pozitivan elektron (pozitron), emitovanje je poznato kao »pozitivna beta-aktivnost«.

Gama-zraci. Treći oblik radioaktivnog zračenja — gama-zraci — sličan je svetlosnim zracima i X-zracima, ali je kraće talasne dužine i veće energije. Otuda su gama-zraci probojniji za materije, a isto tako imaju snagu da joniziraju njene atome. Zbog toga su ovi zraci najopasnija forma visokofrekventnog zračenja koje struji iz atomskih eksplozija.

Radioaktivno raspadanje

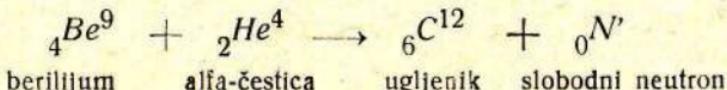
Polovina života. Spontane promjene koje se dešavaju kod nestabilnog atomskog jezgra, poznate kao »radioaktivno raspadanje«, događaju se u određenom odnosu za svaku posebnu radioaktivnu vrstu. Ovaj odnos je izražen u granicama vremena za datu količinu radioaktivnog materijala, potrebnog da spadne na polovinu svoje početne veličine, i zove se njegovom »polovinom života«, što ima određenu vrijednost bez obzira na količinu prvobitno postojećeg materijala. Poznate vrijednosti polovine životnog perioda radioizotopa variraju od manje od 0,000.001 sekunda (3×10^{-7} sekunda) za polonijum 212 do više od 10 milijardi godina ($1,39 \times 10^{10}$ godina) za torijum 232. Za različite izotope urana i plutonijuma, koji se nalaze u proizvodnji atomskih eksploziva, polovine životnog perioda su sljedeće:

Uran 234: $2,35 \times 10^5$ godina
 235: $7,07 \times 10^8$ godina
 238: $4,51 \times 10^{10}$ godina
 239: 23 minuta

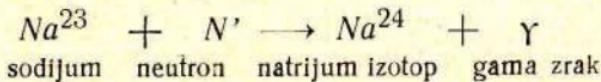
Plutonium 239: $2,41 \times 10^4$ godina.

Pošto je aktivnost određenog radioaktivnog produkta smanjena na polovinu u njegovoј polovini životnog perioda, T , preostala aktivnost poslije nT perioda biće $(1/2)^n$. Otuda će, posle 5 T , aktivnost spasti na $(1/2)^5$, ili otprilike 3%, a posle 10 T na otprilike 0,1% njegove početne vrijednosti.

Nuklearne reakcije. Osim prirodnog radioaktivnog raspadanja koje se dešava spontano kod izvjesnih radioaktivnih elemenata, kao što su radijum, torijum i aktinijum, postoje slične vrste nuklearnih reakcija koje se mogu proizvesti veštački, kao kada se električno nenabijeni neutroni upotrebue za reakciju sa atomskim jezgrima. Kao što smo već vidjeli, neutroni su jedan od dva tipa nuklearnih sastavnih dijelova, ali slobodni neutroni mogu se dobiti bombardovanjem izvjesnih elemenata, kao što su berilijum, sa prirodnim alfa-česticama. Tako,



Budući da neutroni nemaju električnog punjenja, atomska ih jezgra ne odbijaju kao što odbijaju protone i alfa-čestice, tako da čak neutroni male energije, poznati kao »lagani neutroni«, mogu da uđu u atomska jezgra i da izazovu nuklearne reakcije koje proizvode radioaktivne izotope elemenata, istovremenim oslobađanjem atomske energije, to jest gama-zraka. Tako, reakcija između sodijuma 23 i neutrona može da bude pretstavljena na sljedeći način:



Procesi ovoga tipa zovu se reakcije »radioaktivnog hvananja«.

Nuklearna fisija

Fisioni proces. Kada se elementi visokog atomskog broja, tj. vrlo teška jezgra, kao što je U^{235} , bombarduju laganim neutronima, oni silno reagiraju cijepanjem na dva

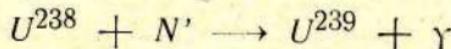
gotovo jednaka dijela, od kojih se oba znatno razlikuju po atomskom broju i broju mase od originalnoga jezgra. Ovaj proces je nazvan nuklearna »fisija«, izotopi koji reagiraju na taj način poznati su kao »fisioni«, a produkti reakcije (tj. dve polovine teškoga atoma) poznati su kao »fisioni produkti« ili »fragmenti« (djelići). Elemenat najvećeg atomskog broja koji postoji u prirodi je uran, koji se prirodno pojavljuje kao mješavina tri izotopična oblika, koji su prisutni u relativnom procentu, kao što je pokazano:

$$U^{238}: 99,282 \text{ procenata}$$

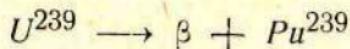
$$U^{235}: 0,712 \text{ procenata}$$

$$U^{234}: 0,006 \text{ procenata}$$

Prvi (visoke energije) neutroni otpočeće fisiju u obilnijem uranu 238, dok će se manje običan uran 235 cijepati bilo brzim bilo laganim neutronima. Kada se U^{238} bombarduje neutronima male brzine, dolazi do reakcije radioaktivnog hvatanja i proizvodi se jedan izotop sa brojem mase 239, tako,

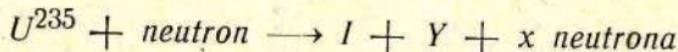


Uran 239 emituje negativne beta-čestice i raspada se u neptunijum 239, tako,



Ovaj izotop, kao i njegov roditelj (neptunijum 239), krajnje je rijedak u prirodi. Plutonijum se raspada na dugotrajni uran 235 ($T = 7,07 \times 10^8$ godina), tako da će njegova svojstva ostati nepromijenjena za milione godina. Fisija urana 235 i plutonijuma 239 koriste se za stvaranje atomskih eksplozija.

Lančana reakcija. Mi smo ranije napomenuli da se uran, kada se cijepa, lomi na jod i itrijum. Potpuna jednina ove reakcije je

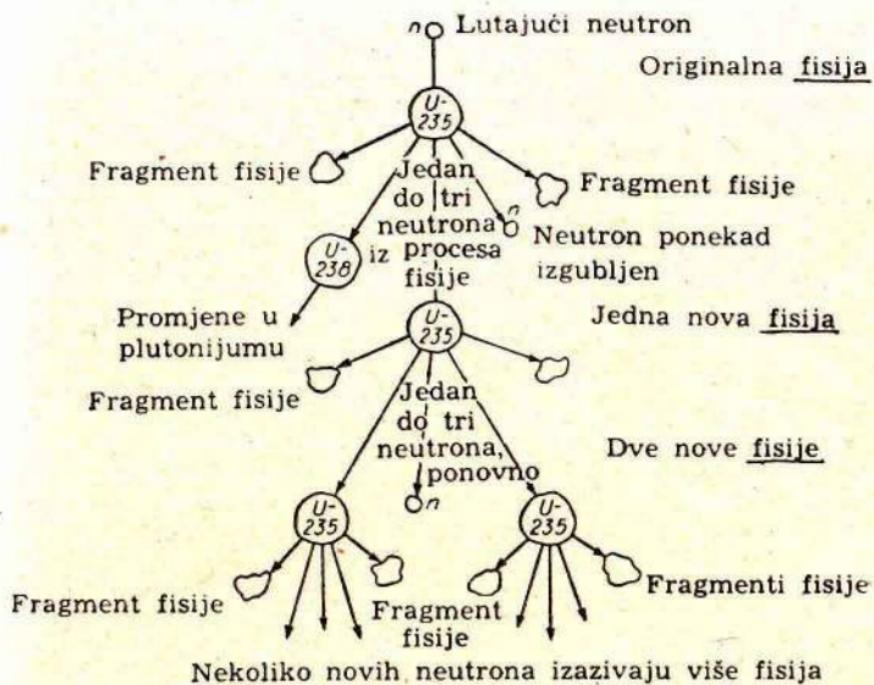


Značajna činjenica za ovu reakciju je ta što je x veće od jedan, što će reći da je više neutrona proizvedeno nego

što ih je potrošeno u procesu. S obzirom da je neophodno da najmanje jedan neutron prodre u jezgro svakog atoma urana da bi izazvao njegovu fisiju, neophodno je imati velik broj neutrona da bi se izvršila fisija bilo koje željene mase urana. Pošto se neutroni neposredno spajaju sa svakom vrstom atoma sa kojom dođu u dodir, to oni nikada ne ostaju u slobodnom stanju i zato je neophodno da postoji velik suvišak neutrona da bi se ostvarila stalna lančana reakcija uranovih atoma. Ako jedan neutron izaziva fisiju (cijepanje) i proizvodi više od jednog novog neutrona, broj fisija može ogromno da naraste oslobađanjem ogromne količine energije. Ipak, pošto neutroni proizvedeni u fisionom procesu mogu potpuno da pobjegnu iz urana, mogu da budu zarobljeni procesom koji ne dovodi do fisije, ili mogu da budu zarobljeni nekom primjесом, to je pojava lančane reakcije pitanje vjerovatnoće. Tako, pitanje da li će doći do lančane reakcije zavisi od rezultata četiri suparnička procesa: 1) bježanje neutrona, 2) nefisiono hvatanje od strane urana, 3) nefisiono hvatanje od strane primesa, 4) fisiono hvatanje. Ako broj neutrona proizveden četvrtim procesom prevazilazi gubitak neutrona u prva tri procesa, doći će do lančane reakcije, inače neće. Naprimjer, ako se dogodi da proces (2) — nefisiono hvatanje uranom — ima mnogo veću vjerovatnoću od fisionog hvatanja, tada ne bi postojala vjerovatnoća da se dođe do lančane reakcije.

Ipak će, ako se za svako jezgro urana, koje trpi fisiju, oslobođe dva neutrona i ako svaki od ovih izaziva fisiju sa oslobađanjem dva neutrona, u svakom slučaju, biti dostupna četiri neutrona. To može da izazove fisiju četiri nova jezgra, praćenu emisijom osam neutrona, a lanac se, teorijski, nastavlja sve dok ne bude više fisionog materijala. Prema tome, mogao bi tako jedan jedini neutron da izazove fisiju ogromne količine urana 235, isto kao što detonacija samo nekoliko molekula TNT može da izazove eksploziju punjenja znatne količine. Bilo je ustanovljeno da se u fisiji urana 235, reakcijom jednog jedinog neutrona sa jezgrom, stvarno proizvedu jedan do tri neutrona i da se dešava lančana reakcija, kao što je pokazano na slici 23.

U fisiji bilo koje znatnije količine urana 235 događa se bježanje neutrona na periferiju materije, što zavisi od njegove površine. U isto vrijeme, dolazi do fisionog procesa kroz koji se obrazuje više neutrona u unutrašnjosti mase i koji je proporcionalan zapremini njegove materije.

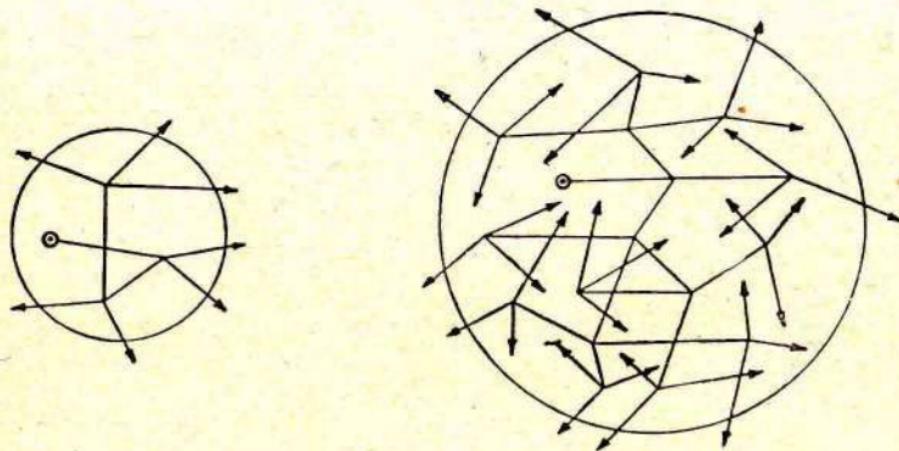


Sl. 23 — Lančana reakcija urana

Otuda relativan procenat gubitka neutrona bježanjem može da bude umanjen povećanjem veličine sistema, jer se tako smanjuje odnos površine prema zapremini.

Kritična veličina sistema. Kada je količina mase koja podleže fisiji povećana, a relativan gubitak neutrona smanjen, kao što je dijagramski pokazano na slici 24, dolazi se do tačke na kojoj lančana reakcija postaje sama po sebi održiva, kada je već jednom otpočela. Ovo se zove »kritična« veličina sistema lančane reakcije, i da bi atomska bomba bila efektivna, mora da sadrži dovoljnu količinu fisionog materijala da bi se prevazišla kritična veličina. Između ostalog, kritična veličina zavisi od izotopičnog

sastava fisionog materijala i prisustva materija koje zabiljavaju neutrone. Gubitak neutrona bježanjem može da bude smanjen ako se sistem okruži odgovarajućim neutronskim reflektorom, a kritična veličina sistema može na taj način da bude umanjena do izvjesne mјere. Usljed zahtjeva kritične veličine, atomska bomba se razlikuje od



Sl. 24 — Dejstvo veličine na bježanje neutrona

konvencionalne eksplozivne bombe u tome što prva mora da sadrži više od kritične veličine fisionog materijala, dok druga može da sadrži bilo koju željenu količinu eksploziva, počev od jedne funte pa do nekoliko tona. Prema tome, eksplozivne bombe mogu da budu velike ili male, ali mala efikasna atomska bomba ne može da bude napravljena.

Pošto količina fisionog materijala koja prevazilazi kritičnu veličinu može da dovede do eksplozije zbog prisustva lutajućih neutrona u atmosferi, neophodno je da se atomska bomba sastoji od dva ili više odvojenih dijelova, od kojih je svaki pojedinačno manji od kritične veličine. Da bi se prouzrokovala eksplozija, ovi dijelovi moraju da se spoje jedan sa drugim krajnjom brzinom, jer ako bi lančana reakcija bila izazvana lutajućim neutronima prije nego što odvojeni dijelovi mase budu najtješnje priljubljeni, došlo bi do relativno slabe eksplozije i bomba bi se

raspala, a da ne oslobodi znatniji dio svoje energije. Bomba koja eksplodira na taj način naziva se »čorak« (fizzle), a mogućnost da može doći do takvih čoraka u jednom atomskom napadu mora se preduprijediti.

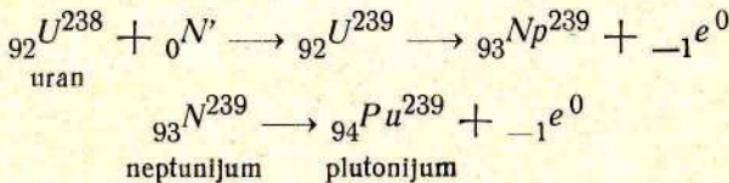
Fisioni materijali. Brzi (visoke energije) neutroni neophodni su da bi se izazvala atomska eksplozija zato što spori neutroni daju brzinu oslobođanja energije koja je suviše spora da bi izazvala efikasnu eksploziju. S obzirom na to da uran 238, koji je najobilniji izotop tog elementa, podleže fisiji (cijepanju) sa brzim neutronima, može se pretpostaviti da će ta forma urana biti upotrijebljena kao fisioni materijal u atomsкоj bombi. Ipak, to nije slučaj, budući da uran 238 zarobljava neutrone nefisionom reakcijom do takvoga stepena da je proširenje lančane reakcije nemoguće. Uslijed toga što njihova svojstva najbolje zadovoljavaju cijelokupne zahtjeve atomske eksplozije, uran 235 i plutonijum biće upotrijebljeni kao fisioni materijali za atomske bombe.

Energija oslobođena nuklearnom fisijom. Pri atomskoj eksploziji, otprilike samo 0,1 procenat fisionog materijala pretvara se u energiju. Otuda se na svaki kilogram urana 235 (ili plutonijuma 239), koji se cijepa u eksploziji atomske bombe, samo nešto manje od jednog grama pretvara u energiju. Na osnovu Ajnštajbove jednačine, pretvaranje jednog grama materije u energiju proizvodi 9×10^{20} erga energije, tako da 1 kilogram urana 235 (ili plutonijuma 239), u eksploziji, proizvede nešto manje od 9×10^{20} erga (stvarno $8,4 \times 10^{20}$ erga, ili 2×10^{13} kalorija). Pošto eksplozija jedne tone TNT oslobodi 10^9 kalorija toplotne energije, potpuna fisija jednog kilograma urana 235 oslobodi količinu ekvivalentnu od 20.000 tona TNT ili približno 20 miliona puta veću energiju. Da bi se izvršila potpuna fisija kilograma urana 235 ili plutonijuma 239 bilo bi neophodno prisustvo od 1.000 kilograma (1 tona) bilo koga od ovih fisionih materijala, tako da su atomske bombe, kao što su one koje su upotrijebljene na Hirošimi i Nagasakiju, a koje su poznate kao »nominalne atomske bombe«, otprilike 20 hiljada puta moćnije od eksplozivnih (TNT) bombi iste težine.

Raspodjela energije u nuklearnoj fisiji. Kada eksplodira eksplozivno sredstvo, približno sva oslobođena energija javlja se trenutno kao toplota. U atomskoj eksploziji, iako je većina oslobođene energije u obliku toplote, izvještan dio je takođe emitovan u obliku gama-zraka i kao energija neutrona koji su izbačeni u vrlo kratkom vremenu. Osim toga, postoji radioaktivna energija fisionih proizvoda. Premda se ove posljednje forme energije na kraju javljaju kao toplota, one čine samo manji dio sile eksplozije. Tako, kada je uran 235 cijepan slabim neutronima, kao što je slučaj pri proizvodnji plutonijuma, otprije 83 procenta cjelokupne oslobođene energije odjedanput se pretvara u kinetičku energiju fisionih fragmenata, 3 procenta je gama-zračenje, 3 procenta je odneseno neutronima, a preostalih 11 procenata naknadno je proizvedeno beta i gama-zracima stvorenim radioaktivnim raspadanjem fisionih produkata. Kada se uran 235 ili plutonijum 239 cijepa brzim neutronima, kao što je slučaj kod atomske bombe, raspodjela energije je u izvjesnoj mjeri drugačija, ali osnovni principi su isti.

Proizvodnja fisionog materijala

Pošto uran 235 sačinjava, otprije, samo 1 dio od 140 dijelova urana koji se prirodno javlja, a hemiski je identičan sa njegovim sastavnim izotopima, proizvodnja urana 235 pretstavlja spor i težak proces. Uran 235 izdvaja se iz obilnjeg urana 238 difuzijom prvoga, u obliku heksafluoridnog jedinjenja, kroz poroznu dijafragmu kroz koju on prolazi nešto bržim tokom od težeg izotopa, urana 238. Pošto plutonijum ne postoji u svom prirodnom stanju, potrebno je da bude napravljen veštački iz urana 238 putem nuklearnog procesa u atomskoj peći za lančanu reakciju ili u *nuklearnom reaktoru*, u kojima se dešavaju uzaštopno sljedeće reakcije:



Plutonijum 239 izdvaja se iz nepromijenjenog urana hemiskim procesima koji su takođe spori i teški. Ipak, u cjelini, proces proizvodnje plutonijuma je vjerovatno lakši i jeftiniji od procesa dobijanja čistog urana 235 separacijom iz njegovih sastavnih izotopa.

Konstrukcija atomskih bombi

Informacija o veličini, uređenju i konstrukciji atomskih bombi, kao onih što su bile upotrijebljene u Japanu, nije nikada bila objavljena, ali izvjesna pretstava o ovim bombama može da se dobije dedukcijom iz objavljenih podataka o atomskim eksplozijama i o dejstvima koja su izazvale ove bombe. Tvrdi se da su bombe upotrijebljene na Nagasakiju i Hirošimi imale razorna dejstva ravna dejstvu 20.000 tona TNT. Na osnovu toga bi se moglo zaključiti da su one morale imati punjenje od, otprilike, 1 tone fisionog materijala, što bi svakoj davalо bruto težinu od po dvije tone, po istoj srazmjeri eksplozivnog punjenja u odnosu na bruto težinu kao kod eksplozivnih bombi. Na osnovu razmatranja u vezi sa kritičnom veličinom sistema lančane reakcije u nuklearnoj fisiji, može se zaključiti da je fisioni materijal (U^{235} ili Pu^{239}) u atomskoj bombi raspoređen u dvije jednake količine, koje su zajedno veće od kritične mase, a drže se rastavljeno na otstojanju većem od kritičnog otstojanja potrebnog da se izazove lančana reakcija. U tom slučaju, do eksplozije bombe doći će spajanjem razdvojenih masa. Logično je pretpostaviti da su mase fisionog materijala polusferičnog oblika, pošto sferična forma daje najveću normu zapremine spoljnoj površini i time dozvoljava malom broju neutrona da pobegne. Sa ciljem da se poveća površina dodira između dvije polusferične mase, vjerovatno će njihove protivpoložene strane koje se sastavljaju biti zupčasto izrezane. A kako obe mase moraju da budu spojene što je moguće većom brzinom, ako se želi da dođe do eksplozije bombe, mora se obezbijediti odgovarajući mehanizam za postizanje ovog cilja.

Pretpostavke slične ovima date su u članku »Atomska bomba« u *Lajfu* od 27 februara 1950 godine, u kome se iznosi da se dvije mase fisionog materijala drže u dvjema aluminijumskim polukuglama koje se spajaju ujedno vanredno brzo raketom ili nabojem pripojenim za jednu od njih.

Pošto su bombe upotrijebljene na Hirošimi i Nagasakiju eksplodirale na otstojanju otprilike od 1.500—2.000 stopa iznad površine cilja, očigledno je da neka vrsta vremenskog ili kontrolisanog radarom upaljača mora da bude upotrijebljena da bi se obezbijedile vazdušne eksplozije.

Iako nisu dostupne zvanične informacije koje se tiču konstrukcije i dejstva atomskih bombi, bilo je zvanično izjavljeno da su bombe koje su nedavno upotrijebljene na probama na Bikiniju poboljšanog tipa i veće snage, a to je nesumnjivo tačno i za atomske bombe koje se sada proizvode kao ratne zalihe.

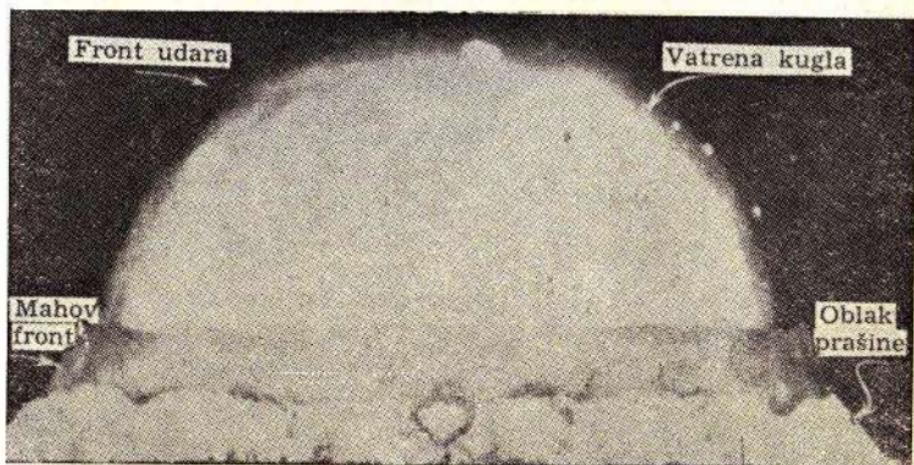
Eksplozija atomskih bombi

Vatrena lopta. Fisija urana ili plutonijuma u atomskoj bombi oslobađa ogromnu količinu topotne energije u krajnje malom vremenskom periodu i u ograničenom prostoru. Ta gustina visoke energije podiže temperaturu fisionih proizvoda na više od $1,000.000^{\circ}\text{C}$ a stvoreni pritisak u bombi, u momentu eksplozije, ima stotine hiljada atmosfera.²⁶⁾

Usljed krajnje visoke temperature eksplozije, oslobođena energija ispušta se elektromagnetskim zračenjem kroz široku skalu talasnih dužina koje variraju od infracrvenih (toplota) preko vidljivih (svjetlost) do ultravijoljetnih i dalje u obliku gama-zrakova i neutrona. Ako bomba eksplodira u zraku na visini, otprilike, od 2.000 stopa, zrak koji neposredno okružuje bombu upija mnogo od tog zračenja, postaje zagrejan do usijanja i pojavljuje

²⁶⁾ 1 atmosfera = 14,7 funti po kvadratnom palcu odnosno 1 kg/1 sm².

se poslije nekoliko milionitih dijelova sekunda kao svjetlosna kugla koja se zove »vatrena lopta« (vidi sl. 25). Pošto energija i dalje zrači, podižući temperaturu vazduha



Sl. 25 — Eksplozija atomske bombe (eksplozija u vazduhu)

kroz koji prolazi, obim vatrene lopte se povećava, ali se pritom smanjuju temperatura, pritisak i bljesak. Otpriklike poslije $0,1 \text{ ms}^{27}$) vatrena lopta ima oko 90 stopa u prečniku, a njena temperatura je otpriklike 300.000°C , dok njen bljesak izgleda, sa otstojanja od 10.000 jardi (5,7 milja), približno 100 puta jači od sunca kada se posmatra sa zemlje.

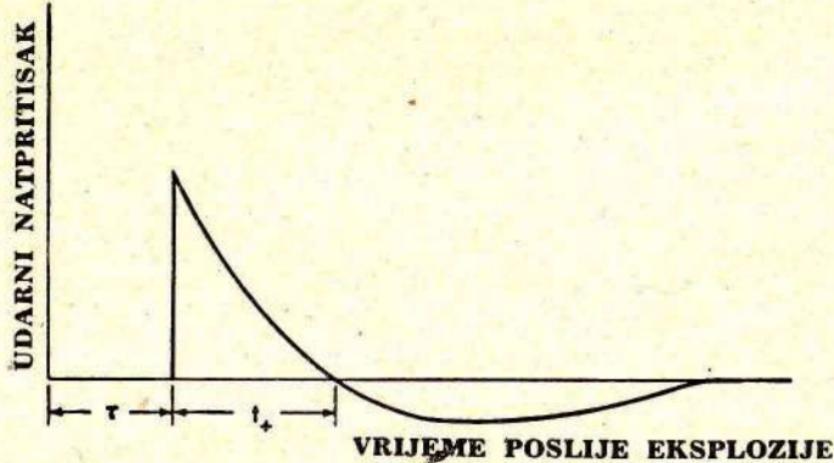
Kako se vatrene lopta povećava, razvija se udarni talas, koji se najprije podudara sa površinom vatrene lopte, a zatim se širi brže od nje. Otpriklike jedan sekund poslije eksplozije, vatrena lopta doseže svoj maksimalni prečnik od 900 stopa, a udarni front je tada nekih 600 stopa ispred nje (vidi sl. 25). Poslije deset sekunda, vatrena lopta popće se na 1.500 stopa, njenog bljeska će skoro nestati, a udarni talas će otići na oko 12.000 stopa i preći oblast maksimalne štete, te se može smatrati da su neposredna dejstva bombe završena.

²⁷⁾ Jedan milisekund jednak je 0,001 sek i piše se skraćeno ms.

Atomski oblak. Vodena para u vazduhu koji okružuje vatrenu loptu prvo se ogromno zagrije a zatim ohladi gasovima koji se šire, tako da obrazuje ogroman oblak koji se diže naviše jenjavajućom brzinom do, otprilike, 50.000 stopa, gdje se postepeno rastura. Prašinu stvorenu eksplozijom usisava oblak i ona postaje zatrovana radioaktivnošću. Pošto splasne snaga eksplozije, ove zatrovane čestice praštine postepeno padaju na zemlju i poznate su kao »padavine« (fall-out). Samo u slučaju prizemne eksplozije, ili podvodne eksplozije, padavine su dovoljno radioaktivne da bi bile opasne za lica na dotičnoj prostoriji.

Udarna dejstva atomskih bombi

Udarni talas (eksplozija). Kao i kod eksplozije eksplozivne bombe, udarni talas stvoren eksplozijom atomske bombe sastoji se prvenstveno od pozitivnog vazdušnog pritiska (natpritiska), koga slijedi drugostepen, negativan vazdušan pritisak (potpritisk) a oni zajedno daju takozvani »udarni« efekat. To je daleko najrazornije i naj-



Sl. 26 — Udarni talas (krivulja vremenskog pritiska)

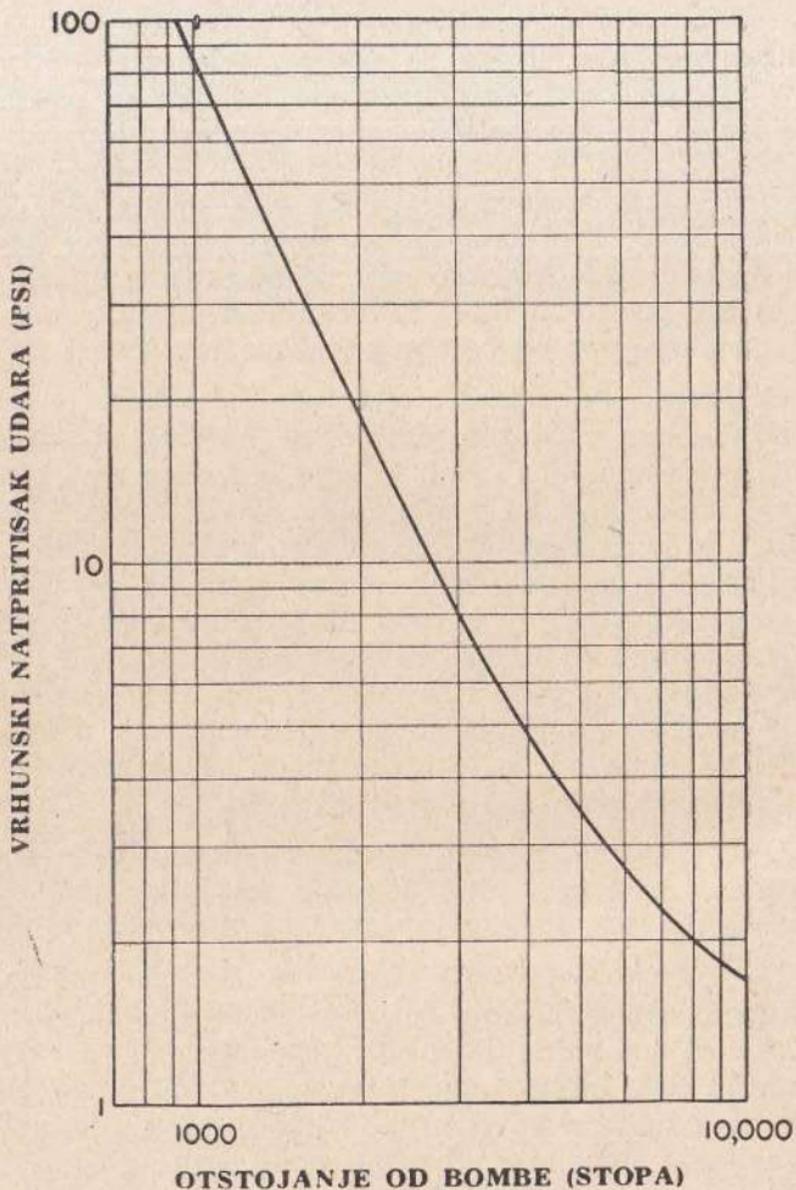
važnije dejstvo atomske bombe. Uglavnom, vrhunski natpritsci koji se postižu u pozitivnoj fazi veće su snage ali kraćeg trajanja od vrhunskih potpritisaka koji slijede u negativnoj fazi. Kako se udaran talas širi od tačke eksplozije, on brzo opada u brzini i jačini sa pređenim otstojanjem. Odlika tipičnog udarnog talasa atomske eksplozije pokazana je na slici 26 na kojoj je jačina natpritska (ordinata) unesena prema vremenu poslije eksplozije (apscisa). Znak T pretstavlja potrebno vrijeme da udaran talas prijeđe od tačke eksplozije do određenog mesta, a t je trajanje pozitivne faze. Povećanje vrhunskog natpritska sa otstojanjem od bombe pokazano je na slici 27.

Oštećenja od udara. Oštećenje od udara, od nulte tačke²⁸⁾, jedne vazdušne eksplozije *nominalne* atomske bombe pokazano je u tabeli 4, koje se bazira na ispitanoj šteti od bombi koje su upotrijebljene na Hirošimi i Nagasakiju, a koje su eksplodirale na visini, otprilike, od 2.000 stopa, kako bi nanijele *maksimalnu štetu*. Iako razlike u projektu i konstrukciji zgrada na površini cilja mogu da izazovu otstupanja u odnosu na podatke koji su dati u tabeli 4, ipak ovi podaci mogu da budu uzeti kao *prosječne vrijednosti*. Saglasno tim podacima za uzastopne kružne površine od nulte tačke mogu se očekivati različite vrste oštećenja kao što su sljedeće:

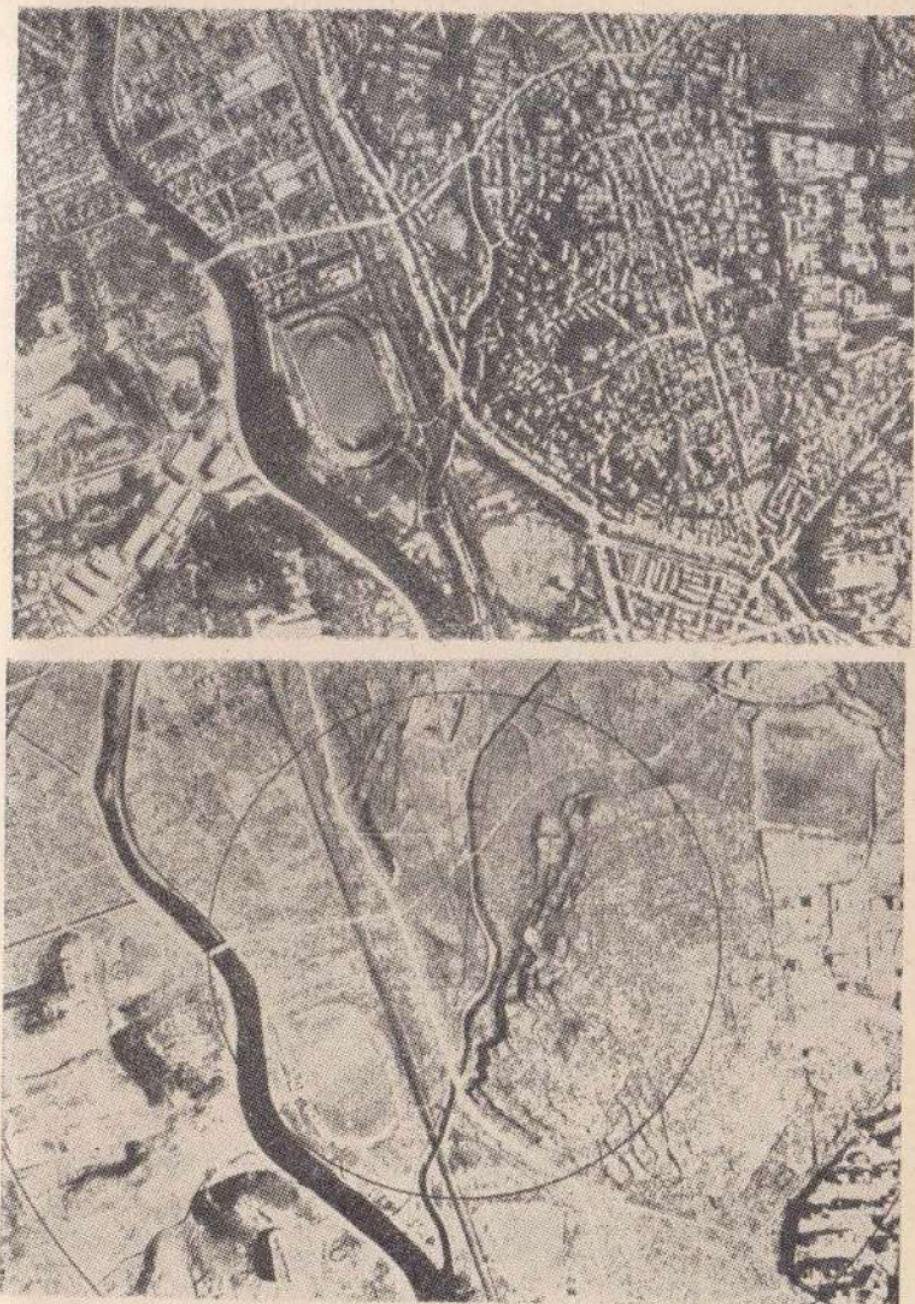
1. — *Stvarno potpuno razaranje* dogodiće se u poluprečniku približno od $1/2$ milje od nulte tačke, što odgovara razrušenoj površini od oko $3/4$ kvadratne milje.

2. — *Teško oštećenje*, koje se definiše kao jako strukturno oštećenje koje će imati za posljedicu rušenje, ili sklonost ka rušenju zgrade, dogodiće se u kružnom otstojanju koje nešto malo prevazilazi milju od nulte tačke. To odgovara površini od 4 kvadratne milje, unutar koje se šteta stepenuje od ozbiljne do razorne.

²⁸⁾ Tačka na zemljištu direktno ispod tačke eksplozije bombe zove se »nulta tačka«.

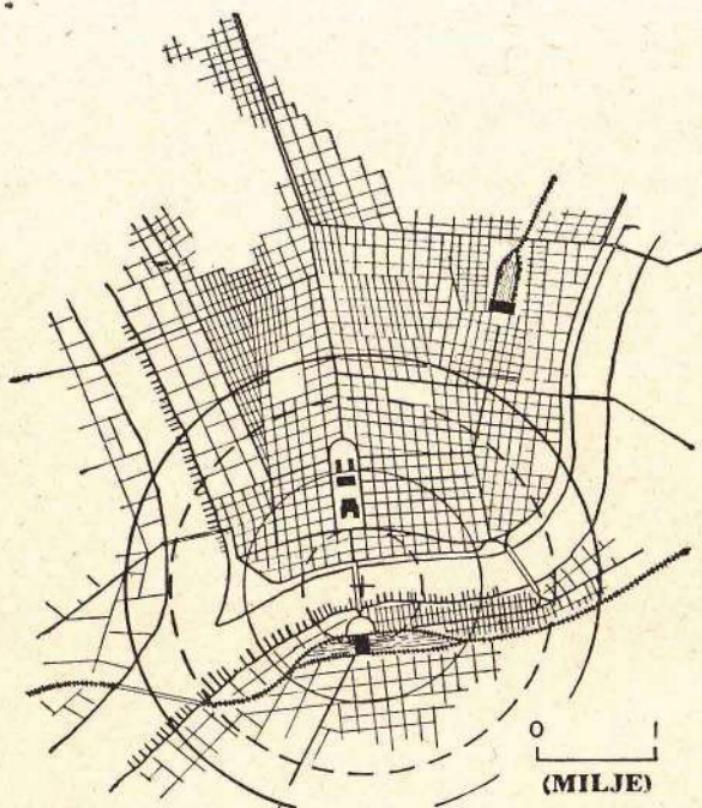


Sl. 27 — Opadanje natpritiska sa otstojanjem od eksplozije bombe



Sl. 28 — Šteta od atomske bombe u Nagasakiju — koja pokazuje isto područje prije i poslije eksplozije bombe (fotografija vazduhoplovstva Sjedinjenih Država)

3. — Umjereno oštećenje, koje ne uključuje strukturno oštećenje, ali je dovoljno da učini građevinu neupotrebljivom sve dok se ne popravi, dogodiće se u poluprečniku od oko $1\frac{5}{8}$ milja, što daje površinu od 8 kvadratnih milja, u kojoj se šteta stepenuje od umjerene do razorne.



— GRANICA STVARNO POTPUNOG RAZARANJA

— GRANICA OZBILJNOG OŠTEĆENJA

— GRANICA SREDNJEG OŠTEĆENJA

— GRANICA DJELIMIČNOG OŠTEĆENJA

Sl. 29 — Šteta od udara eksplozije atomske bombe u vazduhu na jednom zamišljenom gradu

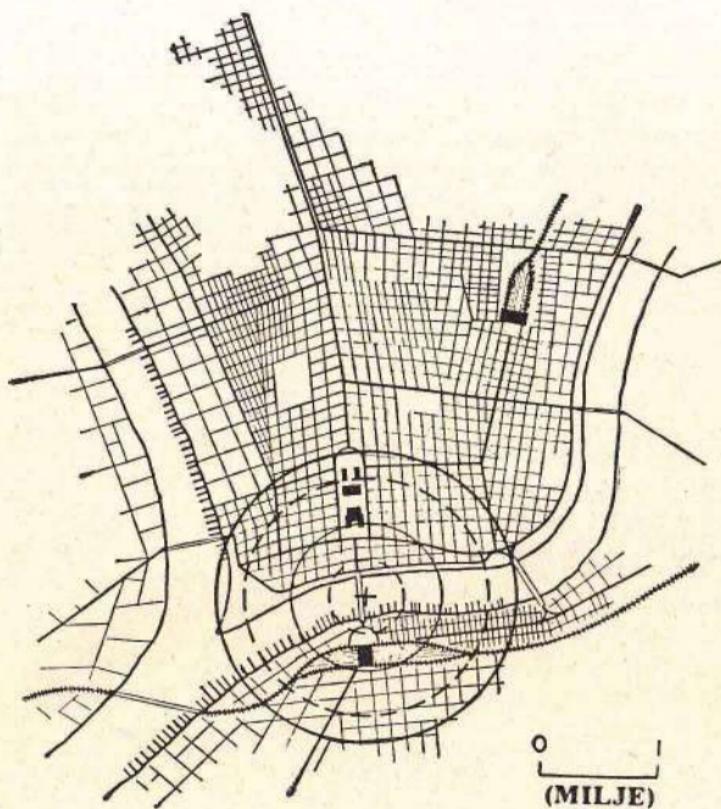
Tabela 4. — ŠTETA OD UDARA EKSPLOZIJE ATOMSKE BOMBE U VAZDUHU

Brzina ve- tra, milja na čas	Trajanje, sek.	Natpritisak, funti na kv. palac	Milja	Stopa	Š T E T A		
					Granica lake štete do 8 milja		
50	1,25	1,5		— 12.000 ←	Laka šteta na prozorskim okvirima i vratima, srednje oštećenje maltera, potpuno oštećenje prozorskih okana		
60	1,23	1,7	2,25 —	— 11.000 ←	Karbonisanje telegrafskih stubova; krov i zid zgrada sa čeličnim skeletom oštećeni		
			2,0 —	←	Djelimična šteta građevina na području		
70	1,20	2,0		— 10.000 ←	Oštećenje većine kuća od eksplozije; očekuju se ozbiljne požarne štete		
80	1,15	2,4	1,75 —	— 9.000 ←	Teško oštećenje maltera ← Srednje oštećenje na području		
100	1,12	2,9		— 8.000 ←	Teška oštećenja kuća, prozorskih okvira i vrata; lišće oprijeno od ispuštene toplote		
125	1,06	3,6	1,50 —	— 7.000	←	Strukturalno oštećenje višespratnih zgrada od cigala	
			1,25 —	←	Ozbiljno oštećenje celokupnog područja		
160	0,98	5,2		— 6.000 ←	Ozbiljno strukturalno oštećenje zgrada sa čeličnim skeletom; zidovi od cigle, debljine 9 palaca, teško ispušljeni		
				←	Električne instalacije i vozila sa trolom uništeni		
			1,0 —	←	Višespratne zgrade od cigle potpuno razorene		
200	0,90	7,4		— 5.000 ←	Zidovi od cigle, debljine 12 palaca, teško ispušljeni		

Brzina ve- tra, milja na čas	Trajanje, sek.	Najpričitak, funti na kv. palac	Milja	Stopa	Š T E T A	
					← Zgrade sa čeličnim skeletom razorene (raspadanje skeleta)	
					← Lake betonske zgrade srušene	
270	0,77	10	— 4.000 —	← Ojačani betonski dimnjaci sa zidovima debljine 8 palaca srušeni Krovni crijeponi iskllobučali (istopljeni od vrućine) Zidovi debljine od 18 palaca potpuno razoreni		
380	0,62	16	— 3.000 —	Stvarno potpuno razaranje svih drugih zgrada izuzev od armiranog betona koji je specijalno izgrađen protiv zemljotresa		
550	0,45	24	— 0,50 —	— 2.000 —	Granica teškog strukturalnog oštećenja zgrada od armiranog betona otpornih prema zemljotresu Zgrade od armiranog betona srušene, sa zidovima 10 palaca debljine i podovima 6 palaca	
800	0,37	36	— 0,25 —	— 1.000 —	← Potpuno raspadanje zgrada sa teškim čeličnim skeletom, nestanak krovova i zidova	
			— 0 —	— 0 —	Gornji strojevi čeličnih nosača na mostu odbačeni u stranu Vazdušna eksplozija atomske bombe	

4. — *Djelimično oštećenje* biće naneseno u poluprečniku od približno 2 milje, čemu se dodaju 4 dopunske kvadratne milje oštećene površine, što čini ukupno 12

kvadratnih milja podložnih izvjesnom stepenu oštećenja većeg od štete koja se nanosi malteru i od lomljenja prozora.



- GRANICA STVARNO POTPUNOG RAZARANJA
- GRANICA OZBILJNOG OŠTEĆENJA
- GRANICA SREDNJEG OŠTEĆENJA
- GRANICA DJELIMIČNOG OŠTEĆENJA

Sl. 30 — Šteta od udara podvodne eksplozije atomske bombe na zamišljenom gradu

5. — Lako oštećenje, koje je uglavnom šteta naneta malteru i lomljenje prozora, može se proširiti na polu-

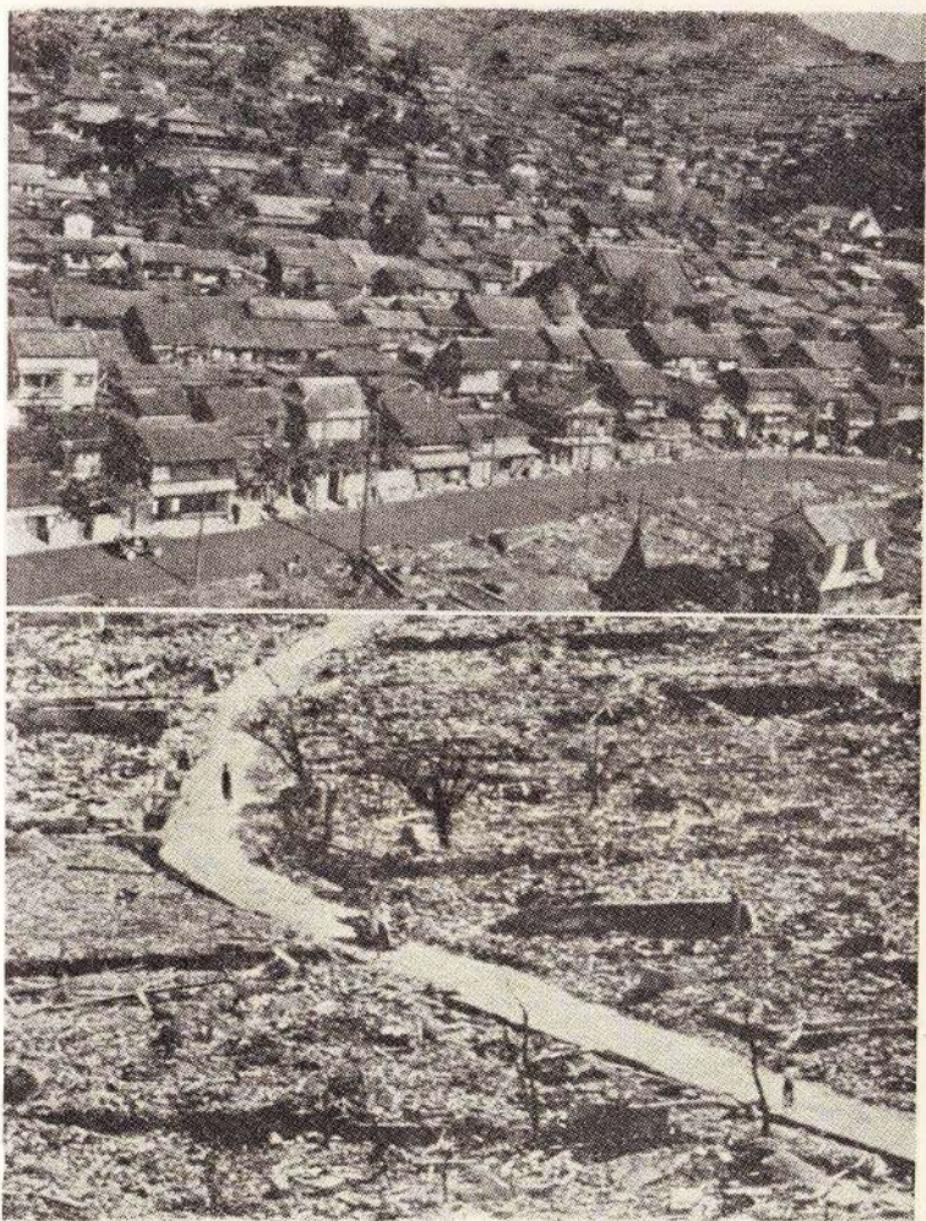
prečniku od 8 milja ili više, čime se dobija površina lake štete od oko 200 kvadratnih milja. Ustvari, ova otstojanja, na kojima će biti oštećeni malter i prozori, znatno variraju u odnosu na meteorološke uslove vremena u kome dolazi do eksplozije i mogu biti znatno veća pod uslovima koji obezbjeđuju temperaturnu promjenu u nižoj atmosferi.

Područje oštećenja od udara. Slika 28 pokazuje oštećenje prouzrokovano atomskom bombom koja je bačena na Nagasaki na ravnoj (nezaštićenoj) prostoriji, do 3.000 stopa od nulte tačke. Šteta od udara koja se može očekivati od nominalne atomske bombe koja eksplodira na visini od 2.000 stopa iznad grada pokazana je na slici 29, dok slika 30 pokazuje odgovarajuće podatke za podvodnu eksploziju.

Zaštitna dejstva. Uočilo se da je mala zaštita od udara ako je jedna zgrada zaštićena drugom, ali da je zaštita očita ako je čini uzvišenje, što se pokazalo u Nagasakiju, gdje su stvarno nedirnute bile one kuće koje su izgrađene u udoljama i zaklonjene brežuljcima, dok su one koje su se nalazile na sličnim otstojanjima, ali nisu bile zaklonjene, teško oštećene (vidi sl. 31).

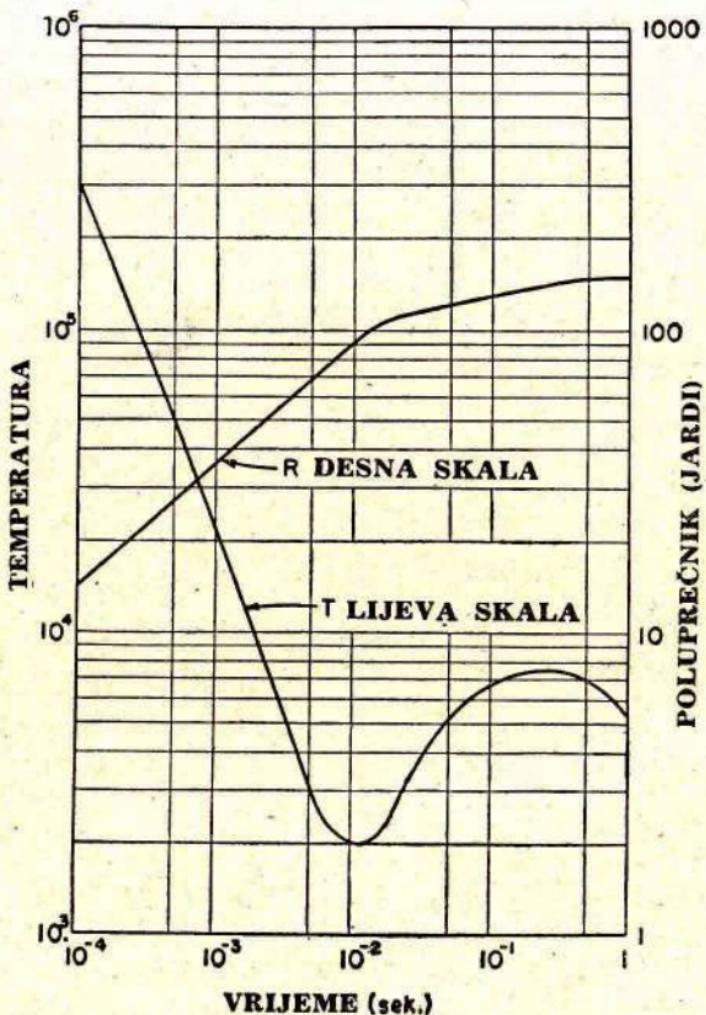
Toplotna dejstva atomskih bombi

Toplotno zračenje. Uslijed ogromnih količina topline koju oslobađa i zrači atomska eksplozija, štetna zapaljiva dejstva atomskih bombi, kako za materijal tako i za ljudstvo, dolaze odmah posle štete koju nanose njihov udar i udarna dejstva. Budući da je oslobođena energija po jedinici mase daleko veća u atomsкоj eksploziji nego u eksploziji brizantnog eksploziva, to nije mnogo veća samo temperatura koja se dobija u prvoj, nego se i mnogo veći dijelovi energije atomske eksplozije emituju kao toplotno zračenje. Tako, energija koju emituje kao toplotno zračenje *nominalna atomska bomba* iznosi otprilike $6,7 \times 10^{12}$ kalorija, ili grubo rečeno $1/3$ cijelokupne energije oslobođene eksplozijom.



Sl. 31 — Rezultat zaklonjenosti brdom od udarnog dejstva u Nagasakiju. *Gore:* stanbena područja u Nagasakiju zaklonjena brdima (prazno područje sprijeda je vatrena prepreka). *Dolje:* slično stanbeno područje, nezaklonjeno, pretvoreno u ruševine. Drum je bio očišćen od ruševina prije nego što je fotografija napravljena (fotografija vazduhoplovstva Sjedinjenih Država)

Vatrena lopta stvorena atomskom eksplozijom širi se i hlađi brzo sudeći prema proteklom vremenu, što pokazuje kriva linija na slici 32, na kojoj skala sa lijeve strane pokazuje površinsku temperaturu (T) u Kelvinovim stepenima ($^{\circ}\text{K}$)²⁹, a skala na desnoj strani radijusa (R) vatrene lopte.



Sl. 32 — Temperatura i poluprečnik vatrene lopte kao funkcija vremena poslije eksplozije

²⁹⁾ Kelvinovi stepeni — santigradni stepeni, plus 273°C .

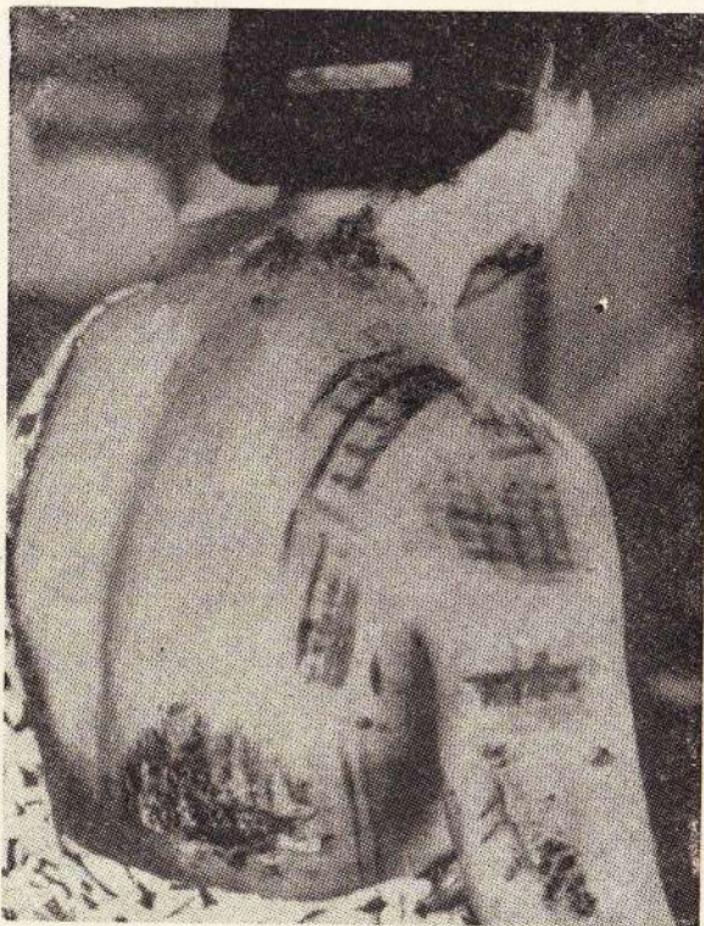
Zapaljiva dejstva. Najznačajnija dejstva topote, ili zapaljiva dejstva, koja su proizvedena atomskom eksplozijom sastoje se u izazivanju požara zapaljivih materijala i u opeketinama kože. *Opeketine kože* su dvojake: 1) takozvane »opeketine od toplotnog udara« koje su izazvane trenutnim toplotnim zračenjem i 2) obične opeketine od plamena, izazvane zračenim plamenom i toplotom.

Opeketine od toplotnog udara. Smatra se da je 20—30 procenata smrtonosnih žrtava u Hirošimi i Nagasakiju bilo od opeketina od toplotnog udara koje su zabilježene na otstojanju do 7.500 stopa od nulte tačke u Hirošimi i čak do 13.000 stopa u Nagasakiju. Pojava ovih opeketina bila je u obrnutoj srazmjeri sa otstojanjem od eksplozije. Pošto se toplotno zračenje rasprostire u pravim linijama, površina tijela koja je *direktno* izložena biće najteže pogodena, ali čak i jedan jedini sloj odeće obezbjeđuje znatan stepen zaštite. U Japanu je bilo vrlo malo slučajeva da su se dogodile opeketine od toplotnog udara kroz jedan, a samo vrlo rijetko kroz više slojeva odjeće, i to jedino blizu centra eksplozije. Uglavnom, šire odijelo pružalo je bolju zaštitu od tjesnog odijela. Isto tako, pošto bijela i svjetla boja odbijaju toplotno zračenje, to su takva odijela obezbjeđivala bolju zaštitu od odijela tamne boje (vidi sl. 33).

Opeketine od plamena. Osim opeketina od toplotnog udara bilo je mnogo žrtava od atomskih eksplozija u Japanu i od opeketina od plamena, takvih koje prate svaki požar. Smatra se da su opeketine od toplotnog udara i plamena zajedno nanijele više od 1/2 smrtonosnih žrtava i, vjerovatno, najmanje 3/4 svih žrtava u Hirošimi i Nagasakiju. To ukazuje na hitnu potrebu da se izvrše odgovarajuće pripreme za borbu protiv požara i za veliki broj opečenih pacijenata do čega će sigurno doći u slučaju napada atomskom bombom.

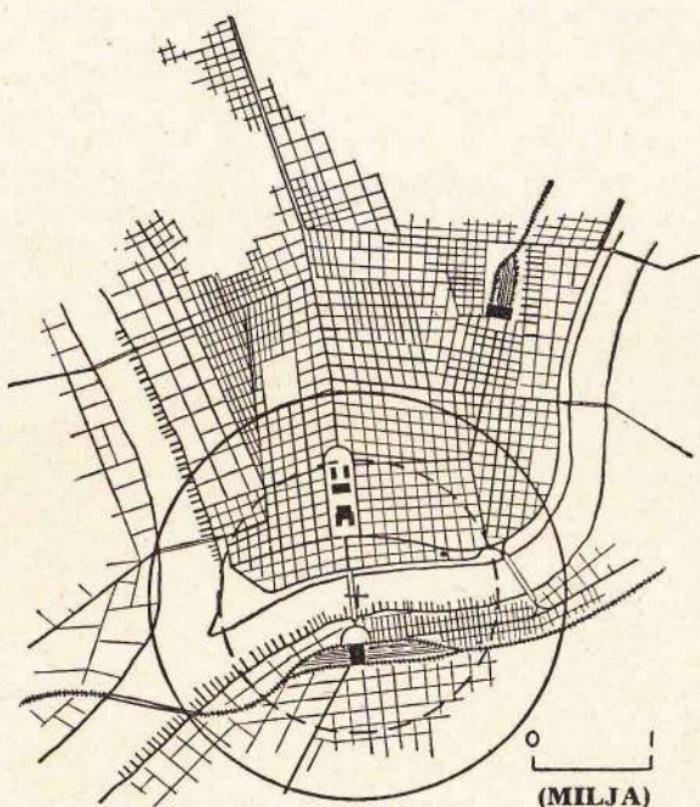
Požari izazvani atomskom eksplozijom. Iako su sagorljivi materijali, kao što su zgrade, drveni stubovi i drveće, bili opaljeni i pocrnjeli sa strane koja je okrenuta centru eksplozije u radijusu do 9.500 stopa od nulte tačke

u Hirošimi, i do 11.000 stopa u Nagasakiju, izgleda da je vrlo malo od mnogobrojnih požara, koji su se razvili gotovo trenutno posle tih atomskih eksplozija, na otstojanju od 4.000—5.000 stopa od nulte tačke, bilo izazvano *direktno topotom* koju su bombe izračile. Kao i kod brižantnih eksplozivnih bombi, vjerovatno je većina požara potekla iz uzgrednih izvora, kao što su razbijanje peći za ugalj ili drvo, električni kratki spojevi, raskidani gasni provodi, što je sve posledica udarnog talasa.



Sl. 33 — Opekatine od topotnog udara (zaštitno
dejstvo odjeće)

Šteta od topotnih dejstava. Nominalna atomska bomba, koja eksplodira na visini od 2.000 stopa iznad grada, može da izazove požare i ozbiljnu štetu od požara u radijusu od 6.000 stopa od nulte tačke, a žrtve (umjerenе opekotine kože) kod nezaštićenoga osoblja u radijusu do 9.000 stopa, i to pod prosječnim uslovima (vidi sl. 34).



Sl. 34 — Šteta izazvana požarom od eksplozije atomske bombe u vazduhu nad zamišljenim gradom

Dejstva nuklearnog zračenja

Vrsta nuklearnog zračenja. Treći oblik energije oslobođene atomskom eksplozijom čine visokofrekventna, nuklearna zračenja, koja se sastoje od gama-zrakova, neutrona, beta-čestica (elektrona) i malog dijela alfa-čestica. Iz praktičnih razloga, pogodno je da se nuklearna zračenja podijele na dvije vrste: 1) početna zračenja, koja se emituju za jedan minut posle atomske eksplozije, i 2) zaostala (naknadna) zračenja, koja se dešavaju po isteku jednog minuta poslije eksplozije. Budući da su alfa i beta-čestice suviše male da bi se od eksplozije u vazduhu probile do površine zemlje, početna zračenja sastoje se samo od gama-zrakova i neutrona, koji su proizvedeni u toku prvog minuta poslije atomske eksplozije. I gama-zraci i neutroni mogu da dosegnu zemlju sa znatnih otstojanja i imaju dovoljnu probojnu snagu da proizvedu štetna dejstva na živim organizmima, naročito gama-zraci.

Gama-zraci. Gama-zraci u trenutnom zračenju sačinjavaju otprilike 3 procenta cijelokupne energije oslobođene u atomskoj eksploziji, ali se otprilike samo 1 procenat tih zrakova probije do većeg otstojanja od bombe. Ovim trenutnim gama-zracima mora se dodati druga, slična količina proizvoda emitovanih fisijom za vrijeme prvog minuta poslije eksplozije; ovo se odnosi na tzv. »zakasnela gama-zračenja«. Zakasneli gama-zraci, od ukupne količine koja iz atomske eksplozije dospije do određenog otstojanja, čine sto puta veći dio nego trenutni gama-zraci. Kada snop gama-zrakova prodre kroz materiju, gubi svoju energiju i oslobađa jedan ili više elektrona koji uzajamno dejstvuju sa ostalim elektronima koji se nalaze u atomima date materije, prouzrokujući *jonizaciju* atoma i, često, raspadanje njihovih hemiskih veza. Nastalo raspadanje molekula materije u živim organizmima mijenja karakter životnih dijelova ćelija i prouzrokuje fiziološko oštećenje, što može da dovede do smrti ili radioaktivnog oboljenja.

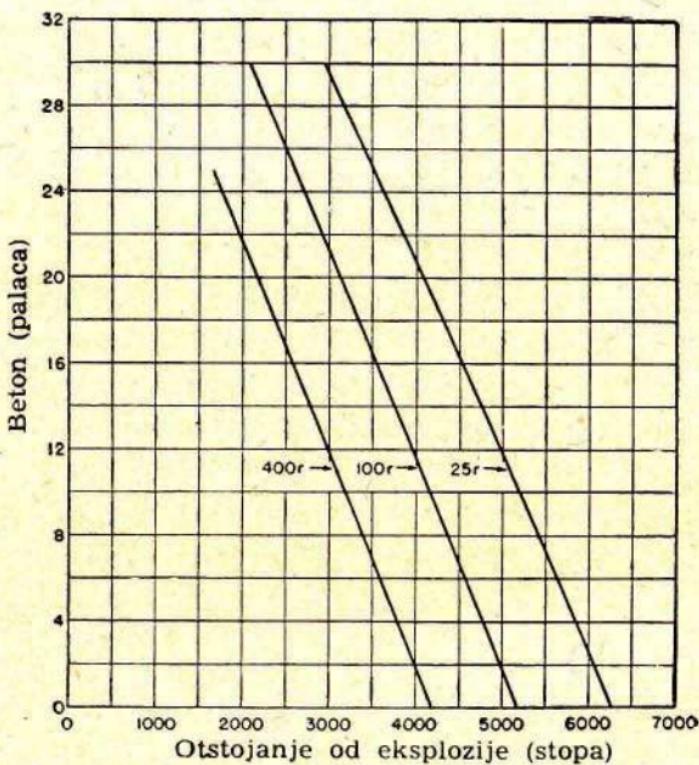
Fiziološko oštećenje izazvano gama-zračenjem mjeri se pomoću jedinice zvane »rendgen« (oznaka »r«). Koli-

čina od 400 r primljena preko cijelog tijela u toku nekoliko minuta uopšte je usvojena kao srednja *smrtonosna doza*, koja će biti smrtonosna za otprilike 50 procenata ljudskih bića. Ova doza odgovara *smrtonosnoj koncentraciji* bojnih otrova pri izloženosti od 10 minuta. Srednji *smrtonosni domet* gama-zračenja iz nominalne atomske bombe je otprilike 4.200 stopa. To znači da će veliki broj osoba koje su izložene gama-zračenju unutar 4.200 stopa od atomske eksplozije umrijeti od radioaktivnog oboljenja, ukoliko nijesu bili zaklonjeni nekim zaštitnim sredstvom. *Opasna zona početnog gama-zračenja* je između 2.100 i 9.000 stopa od eksplozije nominalne atomske bombe, budući da su na manje od 2.100 stopa udar i zapaljivo razaranje tako ozbiljni za nezaštićeno ljudstvo da ozlede zračenja nije potrebno uzimati u obzir, a na otstojanjima većim od 9.000 stopa doziranje je uglavnom suviše malo da bi imalo ozbiljnijih posledica.

Zaklanjanje. Neki gusti materijali, kao što su olovo, gvožđe, beton i nabijena zemlja, apsorbuju gama-zrake do takve razmjere koja smanjuje dozu zračenja ispod štetnih granica, ukoliko su takvi materijali postavljeni u zadovoljavajućim debljinama između eksplozije i ljudi koje je potrebno zaštiti. Ustanovljeno je da, na minimalnom otstojanju od 2.100 stopa od atomske eksplozije, gama-zračenje može da se smanji ispod smrtonosne doze od 400 r sljedećim debljinama zaštitnih materijala: olova — 3 palca; gvožđa — 7 palaca; betona — 20 palaca, i nabijene zemlje — 30 palaca. Debljine materijala potrebnog da zaklone ljudstvo variraju upravno u odnosu na smanjenje doze zračenja, a obrnuto sa otstojanjem od eksplozije. Tako, naprimjer, debljine betona potrebnog da se doze zračenja smanje na 400 r, 100 r i 25 r, srazmerno, na različitim otstojanjima od atomske eksplozije, označene su na slici 35.

Odgovarajuće debljine za druge zaštitne materijale, koji su već pomenuti, mogu da se izračunaju na osnovu krvulja na slici 35, pomoću proporcija koje su već gore napomenute. Ovi podaci mogu da budu upotrijebljeni za izgradnju skloništa za zaštitu ljudstva od zračenja.

Neutroni. Osim gama-zrakova mogu i neutroni, koji se oslobađaju pri atomskoj eksploziji, da se probiju kroz vazduh do znatnih otstojanja, i da, takođe, predstavljaju fiziološku opasnost. Slobodni neutroni nose otprilike 0,03 procenta energije atomske bombe, a skoro isti je slučaj i sa trenutnim gama-zracima. Slično kao i gama-zraci, neutroni prodiru u materiju i mogu da izazovu oštećenje čovječjeg tkiva svojim ionizirajućim dejstvom na ćelijama tijela, što dovodi do radioaktivnog oboljenja i smrti. *Smr-*

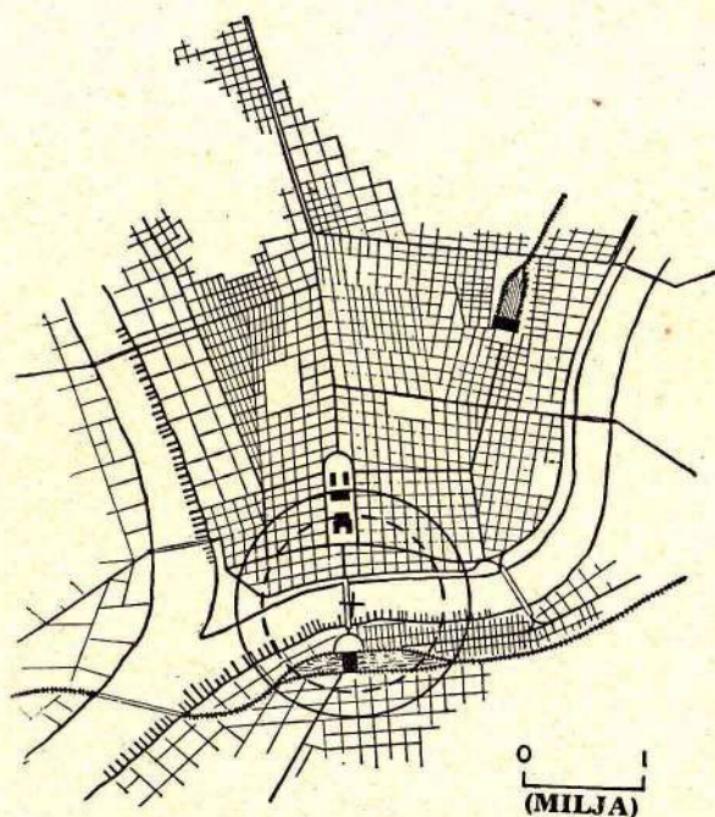


Sl. 35 — Debljina betonskog zaslona od gama-zrakova

tonosni domet slobodnih neutrona može da varira od 1.800—3.000 stopa od eksplozije, ali opšti zaključak do kojeg se došlo na osnovu izvučenih podataka sastoji se u tome da će neutroni iz atomske bombe biti smrtonosni za nezaklonjeno ljudstvo na otstojanju ne većem od 1/2 milje

od nulte tačke. S obzirom da je smrtonosni domet neutrona manji od gama-zraka i s obzirom da su prvi manje probojni i da se lakše zaustavljaju zaklonima, oni normalno ne pretstavljaju dopunsku opasnost uz gama-zračenje.

Opasno područje početnog nuklearnog zračenja. Opasnosti za nezaštićeno ljudstvo od početnog nuklearnog zračenja, koje dolaze od eksplozije u vazduhu nominalne atomske bombe, pokazane su na slici 36.



— LINIJA 50 PROCENATA SMRTNOSTI (400 R.)
 — GRANICA OPASNOG SPOLJNOG
 ZRAČENJA (100 R.)

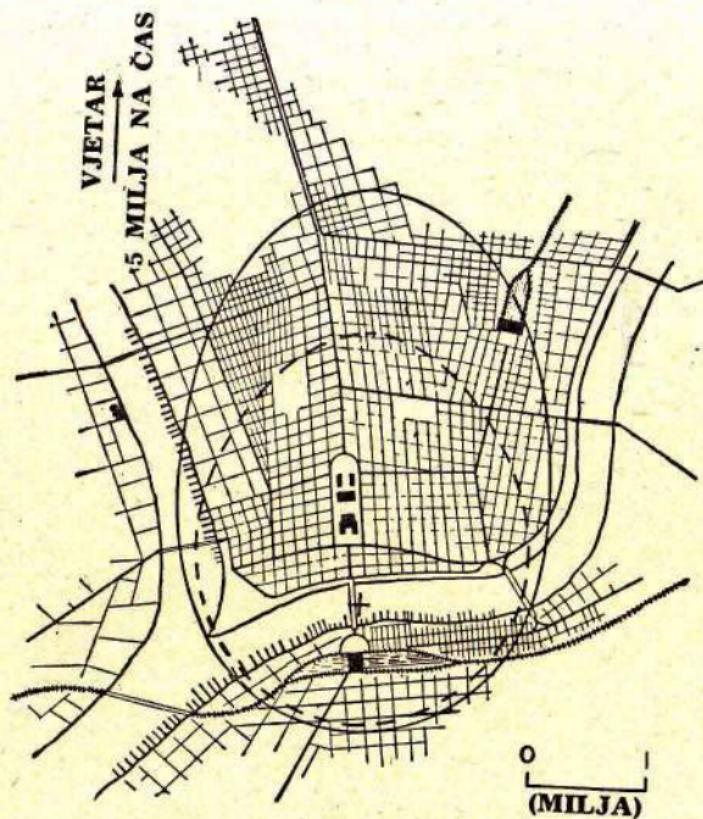
Sl. 36 — Početna radijaciona dejstva podvodne eksplozije atomske bombe na zamišljenom gradu

Naknadno nuklearno zračenje. Zaostala nuklearna zračenja koja su emitovana poslije jednog minuta od momenta atomske eksplozije proizlaze uglavnom iz produkata cepanja (fisije), nefisionog $U\ 235$ (ili plutonija Pu^{239}), i iz radioaktivnosti koju su izazvali neutroni u različitim elementima u zemlji ili u moru. Svaki radioaktivni materijal koji je rasut i znatno razređen u atmosferi može da bude zanemaren. Onaj koji dospije do nastanjene površine zemlje u znatnim količinama, kao, naprimjer, u padavini iz atomskog oblaka koji obrazuje eksplozija, ili u niskom talasu koji se javlja kod podvodne eksplozije atomske bombe, ili onaj koji je nagomilan u podzemnoj eksploziji, može produženo da daje nuklearna zračenja za znatne periode vremena, te otuda pretstavlja ozbiljnu fiziološku opasnost. Kao i bojni otrovi, nuklearna zračenja vrše štetna fiziološka dejstva srazmerno svojoj koncentraciji (dozi) i vremenu trajanja izloženosti njihovom dejству. Otuda i mala doza zračenja u toku dugog perioda vremena može da bude isto toliko opasna za izloženo ljudstvo kao i velike doze za kraće vrijeme. Usvojena tolerantnost ili dopustiva doza nuklearnog zračenja, koju cijelo ljudsko tijelo može da apsorbuje za duže periode bez stalne ozlede, iznosi do 0,1 r na dan. Prema tome može se smatrati da produženo nuklearno zračenje sa zatrovanih zemljišta koje ne izaziva dozu dnevног zračenja veću od 0,1 r neće nanijeti žrtve od radioaktivnog oboljenja. Količina nuklearnog zračenja koje ispušta zatrovano tle može se mjeriti pomoću instrumenata i tako odrediti opasna područja.

Opasnosti za nezaštićeno ljudstvo od naknadnog nuklearnog zračenja iz podvodne eksplozije nominalne atomske bombe pokazane su na slici 37.

Najstručnije mišljenje slaže se da je čitava stvar opasnosti od nuklearnog zračenja zatrovanih terena bila mnogo preuvećana. Danas se smatra da je, ako atomska bomba eksplodira na velikoj visini tako da izazove maksimalnu štetu od udara u gradu, mala opasnost od radioaktivnosti na zemljištu poslije eksplozije. Naravno, s obzirom da eksplozije blizu površine znatno povećavaju snagu radioaktivne zatrovanih na manjim područjima

pokrivenim takvim eksplozijama, potpuno je moguće da takva područja budu opasno zatrovana, a isto to važi i za područje pokriveno zatrovanim vodom iz podvodnih eksplozija atomskih bombi.



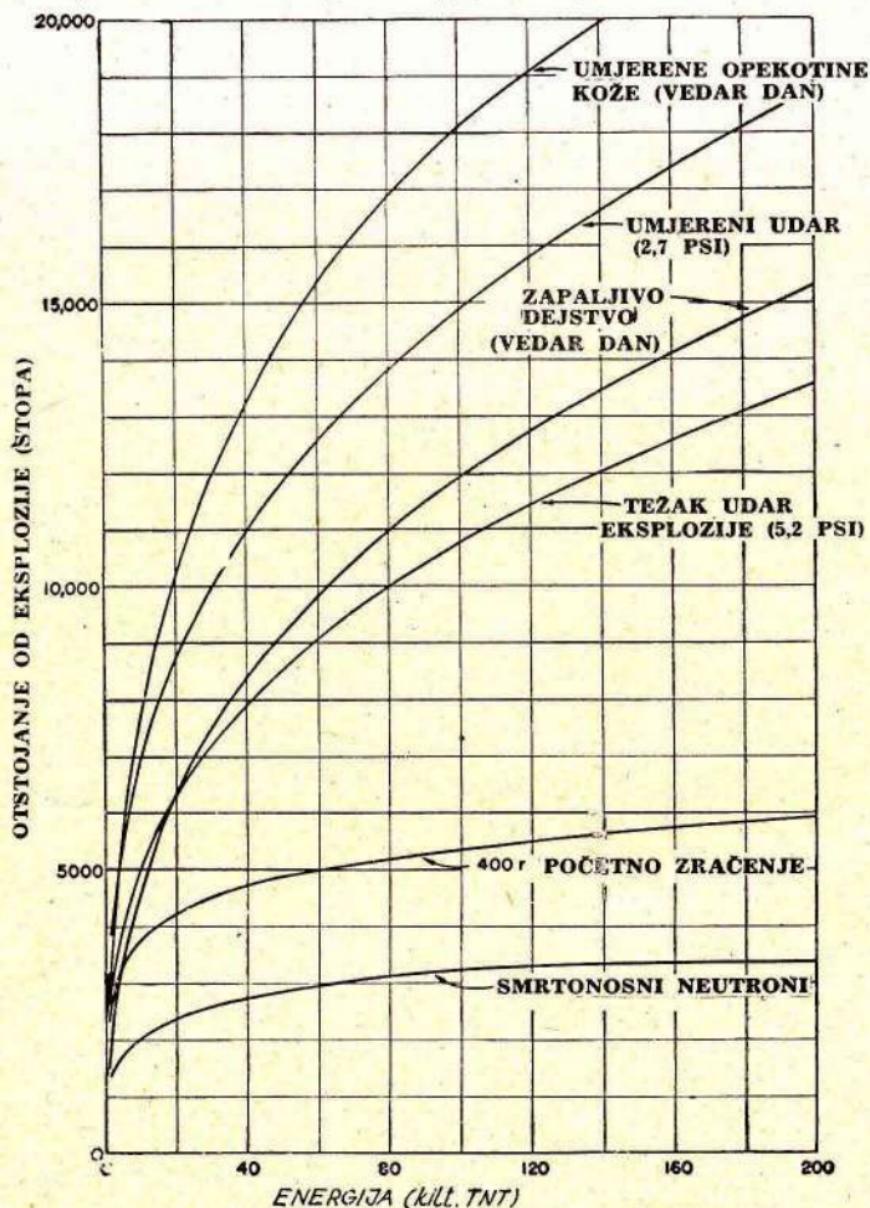
— LINIJA 50 PROCENATA SMRTNOSTI (400 r)
— GRANICA OPASNOG SPOLJNOG
ZRAČENJA (100 r)

Sl. 37 — Naknadna dejstva radijacije od podvodne eksplozije atomske bombe na zamišljenom gradu

Opšta dejstva atomskih bombi

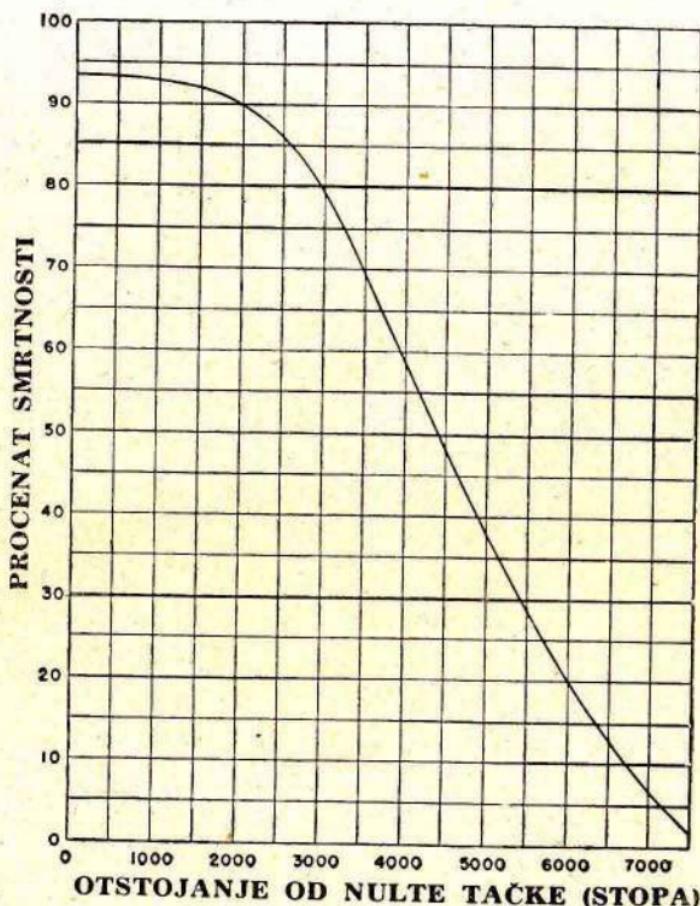
Granična otstojanja. Opšta dejstva razaranja i ozleđivanja od eksplozije atomske bombe data su na slici 38, koja pokazuje granična otstojanja eksplozije, na kojima atomske bombe (različitih ekvivalenta TNT energije)

proizvode dejstva u odnosu na (1) udar, (2) topotu (zapaljivo dejstvo), (3) početno gama-zračenje i (4) neutrone. Krivulje na slici 38 pokazuju da se, u svakom slučaju



Sl. 38. — Otstojanja na kojima atomske eksplozije različite jačine, ekvivalentne kilotonama TNT, izazivaju štetna dejstva

ukoliko se energija bombe povećava, povećavaju i smrtonosni dometi, prvo sasvim brzo, a zatim sporije. Procenat smrtnosti prema datom otstojanju od nulte tačke pokazan je na slici 39.



Sl. 39 — Procenat smrtnosti (variranje sa otstojanjem od nulte tačke

Moralno dejstvo atomske bombe

Csim ogromnog razornog dejstva na život i imovinu, atomske bombe takođe vrše ogromno i snažno demoralisujuće dejstvo na civilno stanovništvo bombardovane terito-

rije, naročito po gradovima. Dejstvo naših bombi na japsko stanovništvo, naročito stanovnike Hirošime i Nagasakija, bilo je brižljivo ispitano na terenu poslije Drugog svjetskog rata od strane Inspekcije američkog strategiskog bombardovanja, i mi ne možemo da učinimo ništa bolje nego da citiramo izvode iz njenog izvještaja od 30. juna 1946. godine, koji nosi naslov *Dejstva atomskih bombi na Hirošimu i Nagasaki* (*The Effects of Atomic Bombs on Hiroshima and Nagasaki*). Na strani 20 toga izvještaja, pod naslovom »Moral«, izneti su sledeći zaključci:

»Kao što se moglo očekivati, prva reakcija na bombu bio je strah — nekontrolisani užas, pojačan potpunim izbezumljenjem od razaranja i muke koje su pretrpjeli i čiji su svjedoci bili preživjeli ljudi. Između 1/2 i 2/3 onih koji su bili intervjuisani u Hirošimi i Nagasakiju izjavilo je da su imali takve reakcije ne samo za momenat nego za izvjesno vrijeme. Ponašanje preživjelih neposredno poslije bombardovanja, kao što je ranije opisano, jasno pokazuje stanje šoka koje je sprečavalo napore za spasavanje.

Bila su tipična dva besciljna nagona, histerična aktivnost ili bježanje iz grada radi zaklona i hrane.

Pojačano dejstvo ovih bombi nije došlo samo zbog iznenadenja i njihove izvanredne moći, nego isto tako i zbog osjećaja sigurnosti među stanovništvom ova dva grada prije napada. Mada je Nagasaki pretrpio pet vazdušnih naleta u ranijoj godini, oni nisu bili teški, a Hirošima je ostala uglavnom netaknuta sve do jutra 6. avgusta 1945. U oba grada mnogi ljudi su smatrali da će biti pošteđeni, a različite glasine, koje su pothranjivale takvo osjećanje i koje su odgovarale željama mnogih, kružile su i dobijale sve više maha u gradovima. Tako su postojanje mnogih hrišćana, mnogih japanskih Amerikanaca koji su bili iz Hirošime, pošto je grad bio poznat po svojoj ljepoti — ti i drugi čak fantastičniji razlozi ohrabrivali su nade. Drugi ljudi su nejasno osjećali da je njihov grad bio spesen radi »nečega velikog«.

Nije se moglo dogoditi da takav jedan strašan događaj ne izazove utisak na ljudski način mišljenja. Proučavanje manifestacije mišljenja na čitavom toku, prije i poslije bombardovanja, pokazuje jasno ovu promjenu.

Nema sumnje da je bomba izvršila najznačajniji uticaj na stanovništvo ovih područja da se kod njih stvori mišljenje da je poraz neizbjegjan.«

Hidrogenska bomba (H-bomba)

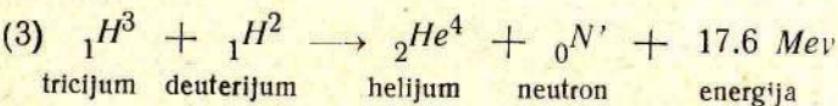
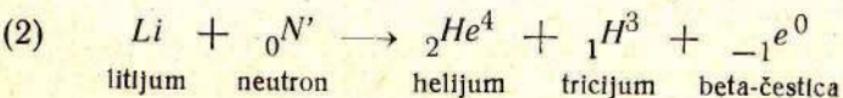
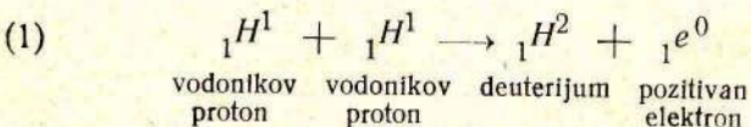
Sintetička nuklearna reakcija. Nekoliko godina prije otkrića nuklearne fisije urana, naučnici su ustanovili da vrlo velike količine atomske energije mogu da se oslobođe sintezom teških atomskih jezgra iz lakih jezgra, ako nauka pronađe način da se laka jezgra spoje zajedno. Reakcije ove vrste mogu da se dogode samo ako se atomske čestice sudaraju pri velikoj brzini ili velikoj kinetičkoj energiji, a to zahtijeva krajnje visoke temperature, kao one koje nastaju u centru Sunca i zvijezda, gdje se vjeruje da se dešavaju atomske sinteze, na temperaturi od nekoliko miliona Celzijusovih stepeni.

Dva osnovna zahtjeva za atomsku sintezu su (1) dostupnost materijala sposobnih da proizvedu reakciju lakog elementa, ako se dovoljno zagriju, i (2) način da se zagrijavaju materijali do potrebnih razmjera. Kako je vodonik najprostiji i najlakši elemenat, to je on bio prvi materijal koji je uzet u obzir, ali je naučna dokumentacija pokazala jasno da normalan vodonik, sa atomskom masom od 1, ne može da bude prikladan za proces atomske sinteze. Ipak, dva izotopa vodonika — deuterijum i tricijum — izgleda da pružaju potpune mogućnosti, ako se izlože topotli i pritisku koje stvara eksplozija urana ili plutonijuma. Teškoća da se izazove sintetička reakcija prije nego što skup materijala za reakciju ne odleti pretstavlja danas glavnu prepreku koja povećava nesigurnost koja i inače postoji u pitanju da li se može napraviti hidrogenska bomba.

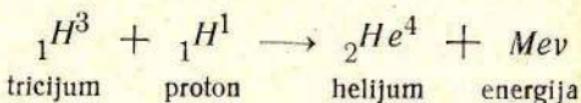
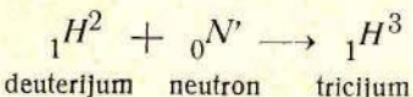
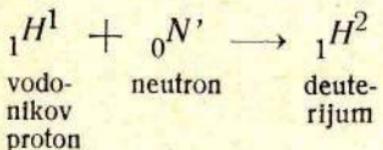
Danas se smatra da je najefikasnija nuklearna sintetička reakcija, koja se može dobiti, ona koja proizlazi iz fuzije tricijuma, $^{1\text{H}}_3$, sa deuterijumom, $^{1\text{H}}_2$, koja proizvodi helijum, $^{2\text{He}}_4$, sa ispuštanjem 1 neutrona i oslobođanjem 17,600.000 elektronvolti (Mev) energije, svi veliki atomski reaktori proizvode neutrone u ogromnim količinama, a reakcija dva vodonikova jezgra (protoна), $^{1\text{H}}_1$, daje jezgro deuterijuma, $^{1\text{H}}_2$. Deuterijum obrazovan na takav način može se izotopično odvojiti od vodonika koji se nalazi u prirodi; drugičije, deuterijum se može hemiski izdvojiti iz »teške vode« — tako nazvane zato što sadrži »teški vodonik« (deuterijum) — koja se proizvodila u znatnom

obimu. Tricijum, $^{1H^3}$, može da se dobije bombardovanjem litijuma, $^{3Li^7}$ (najlakši metalni elemenat) sa neutronima u reaktoru, posle čega se litijum raspada na mješavinu helijuma, $^{2He^4}$, i tricijuma, $^{1H^3}$, koji se može odvojiti bez velike teškoće.

Sljedeće nuklearne reakcije, koje uključuju tri izotopa vodonika, $^{1H^1}$ (normalni vodonik), $^{2H^2}$ (deuterijum), $^{1H^3}$ (tricijum), a dovode do sinteze helijuma, $^{2He^4}$, ilustruju osnovne postavke o izgradnji hidrogenske bombe:



Osnovna sinteza gornjih reakcija može se teoriski uprostiti na sljedeći način:



Konstrukcija hidrogenske bombe. Ukoliko je to dosada poznato, još nije napravljena hidrogenska bomba,*) a sve

*) Ova knjiga je izdata 1951 godine, tj. pre prvi objavljenih uspelih proba hidrogenske bombe. — Prim. red.

tehničke informacije o tom predmetu su sasvim tajne. Ipak, članak »Hidrogenska bomba« od dr Luja N. Ridenuera, koji se pojavio u *Scientific American*, u martu 1950., u odnosu na moguću konstrukciju takve bombe, kaže sljedeće:³⁰⁾

»Konstruktor fuzione (hidrogenske) bombe svakako bi počeo sa fisionom (atomskom) bombom urana ili plutonijuma, čija bi eksplozija proizvela visoke temperature potrebne za termo-nuklearnu fuzionu reakciju. Fisionoj bombi on bi dodao izvjesnu mješavinu deuterijuma i tricijuma da napaja proces fuzije. Konačna energija koju daje bomba — njena cijelokupna smrtonosnost — bila bi određena količinom dodatog deuterijuma. Efikasan obim fuzione (hidrogenske) bombe zavisiće od namjera i umještosti njenih konstruktora.

Treba primjetiti, ipak, da ovdje ne postoji pojам sličan onom o kritičnoj veličini. Veličina bombe zavisi, i isključivo zavisi, od količine elemenata za reakciju koji su ugrađeni u njoj. Fisioni detonator sam za sebe mora biti iznad kritične količine da bi eksplodirao, ali događaji poslije toga zavisiće od količine goriva koje je obezbijedeno za fuzionu reakciju.«

U jednom članku pod naslovom »Hidrogenska bomba«, koji je objavljen u *Lif-u* od 30 januara 1950., opisana je hipotetična hidrogenska bomba, sastavljena od jedne atomske bombe koja je stavljena unutar većeg suda napunjenog vodonikovim gasom ili »teškom vodom«, materijom koja sadrži »teški vodonik« (deuterijum). Unutrašnja atomska bomba eksplodira kada raketa spoji dva komada fisionog materijala, a njena eksplozija otpočinje fisioni proces u okolnom vodoniku da bi se izazvala supereksplozija. U tom članku kaže se da takva bomba, koja upotrebljava vodonični gas, oslobađa 8 puta toliko energije, prema težini, koliko oslobađa bomba urana, ali bi se, eventualno, mogla izgraditi bomba hiljadu puta moćnija od one koja je bačena na Hirošimu.

U govoru u Gradskoj vijećnici u Los Angelesu, od 27 marta 1950., doktor Robert F. Baher, sa Kaliforniskog tehnoškog instituta, rekao je:

³⁰⁾ Iz izvoda citiranog članka, koji se pojavio u *The Joint Committee Print, of Joint Committee on Atomic Energy*, u »The Hydrogeen Bomb« 81 kong., 2 sec., juli 1950.

»Kada se govori o hidrogenskoj bombi obično se zamislja da će takva bomba biti hiljadu puta moćnija od bombe bačene na Hirošimu«.

Razorna dejstva H-bombe. U članku dr Hansa Betea, koji je objavljen u *Scientific American*, u aprilu 1950, razorna dejstva H-bombe su tretirana na sljedeći način:³¹⁾

»Zamislimo jednu H-bombu koja oslobađa 1.000 puta veću energiju od hirošimske bombe. Radijus razaranja udara bombe povećava se kao kubni korijen povećanja moći bombe. U Hirošimi je radijus teškog oštećenja iznosio 1 milju. Na osnovu toga će H-bomba izazvati gotovo potpuno razaranje zgrada u radijusu do 10 milja. Samo udarnim dejstvom jedne jedine bombe može nestati gotovo cijelokupan veliki Njujork, ili Moskva, ili London, ili bilo koji najveći grad na svijetu. Ali to nije sve, moramo takođe uzeti u obzir dejstva toplove. Otprilike 30 procenata žrtava u Hirošimi bilo je izazvano opekotinama toplotnog udara, koji je proizilazio iz snažnog goriva toplotnog zračenja iz bombe. Smrtonosne opekotine bile su česte do daljine 4000—5000 stopa. Radijus toplotnog zračenja povećava se u većoj razmjeri sa povećanjem snage bombe nego radijus udara, tj. povećava se kvadratnim korijenom snage bombe umjesto kubnim korijenom. Tako bi H-bomba proširila domet smrtonosne toplove faktorom od 30, što bi smrtno opekelo ljude u radijusu do 20 milja ili više. Lako je napisati ili čitati brojeve ne razumijevajući njihovo značenje; čovjek mora pretstaviti sebi šta to znači ako, naprimjer, Čikago sa svim njegovim predgrađima i većinom svoga stanovništva bude izbrisana jednim jedinim udarom.

Osim udara i toplotnog zračenja postoje nuklearna zračenja. Neka od ovih su momentana, koje emituje sama bomba kada eksplodira, i mogu ih upiti (apsorbovati) tijela osoba na bombardovanom području. Druga su naknadna; ova dolaze iz radioaktivnih jezgra koja se obrazuju kao posljedica nuklearne eksplozije, a mogu biti ograničena na područje eksplozije ili daleko rasuta. Bombe, i A i H, emituju gama-zrake i neutrone kada eksplodiraju. Svako od ovih zračenja može da uđe u tijelo i da prouzrokuje smrt ili radioaktivno oboljenje. Ipak je vjerojatno da će većina ljudi koji dobiju smrtonosnu dozu radioaktivnog zračenja od H-bombe biti ubijena, u svakom slučaju, opekotinama od toplotnog udara ili zgradama koje se ruše ili gore.

³¹⁾ Ibidem.

Takođe će postojati stalna radioaktivnost. Nje ima dve vrste: fisioni proizvodi koji su obrazovani u samoj bombi i radioaktivni atomi koji su obrazovani u okolini neutrona emitovanih iz bombe. Pošto se H-bomba mora da aktivira A-bombom, proizvešće najmanje onoliko fisionih produkata koliko i sama A-bomba. Neutroni proizvedeni fuzionim reakcijama mogu znatno da povećaju radioaktivno dejstvo. Oni će biti apsorbovani tijelom bombe, stijenama i drugim materijalom na zemlji, a i vazduhom. Tijelo bombe može da bude tako napravljeno da postane visoko radioaktivno kada se raspadne od eksplozije. Ti radioaktivni atomi će zatim biti razneseni vетром preko široke prostorije bombardovane zemlje. Radioaktivna jezgra koja se obrazuju na zemljištu zatrovaće centar bombardovanog područja za određeno, ali vjerovatno ne za duže vrijeme zato što sastavni dijelovi zemljišta i zgrada hvatanjem neutrona ne obrazuju mnogo dugotrajnih radioaktivnih jezgra«.

8

IZBOR VOJNIH SREDSTAVA

Faktori koji utiču na izbor

Pošto smo završili pregled mogućnosti i ograničenja različitih vojnih sredstava i oružja za koje se može očekivati da će igrati ulogu u svakom većem ratu u budućnosti, naročito što se tiče vazdušnih napada na civilno stanovništvo, zaključićemo naše razmatranje modernog vazdušnog ratovanja time što ćemo se za momenat osvrnuti na faktore koji će vjerovatno ući u izbor vojnih sredstava i oružje u budućem vazdušnom napadu na gradove.

Glavni faktori koji utiču na izbor načina i sredstava za vođenje rata mogu se prikladno razmatrati pod sljedećim poglavljima: 1) ratna filozofija zaraćene strane, 2) traženi strategiski ciljevi, 3) svrha ofanzivnih vojnih operacija, i 4) relativna efikasnost i potpunost različitih vojnih sredstava i oružja koja mogu biti upotrijebljena da se postignu željeni rezultati. Bacimo kratak pogled posebno na svako od njih.

Filozofija rata. Prije doba moderne istorije, ne izgleda da su postojala neka opštepriznata ograničenja za svrhu i karakter ratovanja. Naprotiv, u ratu je sila davala pravo i zato su se najviše cijenila ona sredstva koja su najbrže i najpotpunije uništavala neprijatelja. Malo ograničenja, ukoliko ih je uopšte i bilo, izgleda da je stavljen na ovlašćenja komandanata vojski na bojnom polju. Sa neprekidno rastućim razornim mogućnostima oružja, koja su se sve više pojavljivala u toku progrusa u XIX vijeku, nastao je među najvažnijim civilizovanim nacijama svijeta zajednički pokret da se ograniči, internacionalnim spora-

zumom, svrha oružanog sukoba na okvir vojne nužde. Princip *vojne nužde* nalaže da se u vođenju rata ne sme upotrijebiti veći stepen snage od onoga koji je neophodan da se postigne pobjeda na bojištu, pa se zato u vođenju rata zabranjuje grubo i inkriminisano razaranje neprijateljskog života i imovine. Sa ovim osnovnim principom ide odgovarajući predlog da vojne operacije ne bi trebalo da budu usmjerene protiv neprijateljskog neboračkog civilnog stanovništva, izuzev u razmjerama koje se ne mogu izbjegći u borbi sa neprijateljskim oružanim snagama.

Prvi zakon ratovanja koji je težio da odredi granice na koje je trebalo svesti oružani sukob između civilizovanih nacija pretstavljao je pravila i instrukcije za ponašanje saveznih armija u Američkom građanskom ratu (1861—1865). U sljedećoj polovini stoljeća, između Američkog građanskog rata i Prvog svjetskog rata, pravila kopnenog i pomorskog ratovanja postepeno su se proširivala putem internacionalnih sporazuma, pa su obuhvatala ne samo ograničenje svrhe oružanog sukoba na priznate granice vojne nužde, nego, isto tako, i na što je moguće veće smanjenje upotrebe oružja koja izazivaju nepotrebne patnje čak i među boračkim osobljem. Tako, nije bilo zabranjeno samo bombardovanje neutvrđenoga grada, nego, isto tako, i upotreba takvih oružja kao što su eksplodirajući meci (»dum-dum«) i bojni otrovi.

Razvitak u toku Prvog svjetskog rata, više ili manje, potpuno je uništil strukturu internacionalnih sporazuma za smanjenje strahota ratovanja, koji su bili tako brižljivo izgrađeni u prethodnom stoljeću. Bojni otrov bio je upotrijebljen u direktnom narušavanju sporazuma koji su zabranjivali njegovu upotrebu, a koji su bili ratificirani od skoro svih vodećih svjetskih sila na Prvoj mirovnoj konferenciji u Hagu 1899 godine, a neutvrđeni gradovi bili su bombardovani iz zraka u potpunoj suprotnosti sa duhom, ako ne slovom, internacionalnih sporazuma koji su zabranjivali takvu praksu u kopnenim i pomorskim operacijama. U toku dvije decenije između Prvog i Drugog svjetskog rata činjeni su uzastopni napori od strane vodećih nacija da se dospije do izvjesne forme internacionalnog sporazuma koji bi proširio princip vojnog cilja na

bombardovanje iz vazduha. Ovi su se naporci pokazali bezuspješnim zbog praktične teškoće da se razlikuje šta su dozvoljeni a šta nedozvoljeni ciljevi. U isto vrijeme, radeći u suprotnom pravcu, pojavila se doktrina *neograničenog vazdušnog ratovanja*, koja je uključivala koncepciju direktnog vazdušnog napada na neprijateljsko civilno stanovništvo takvom ogromnom snagom da bi pritisak javnosti prinudio odgovarajuću vladu da povede pregovore za mir. Kao posljedica ove doktrine, Drugi svjetski rat je bio svjedok najstrašnijeg opšteg pokolja ljudi neboraca, žena i djece u analima istorije.

Svijet sada stoji pred apsolutnom činjenicom da nema priznatih ograničenja u modernom ratovanju, i da će u budućim ratovima desetkovanje civilnog stanovništva nesumnjivo prevazići cjelokupne žrtve među oružanim snagama. Zato moramo poći od toga da će u sljedećem svjetskom ratu biti upotrijebljena sva sredstva koja obezbjeđuju moderni pronalasci, uključujući najpotpunija, najopasnija i najjača sredstva razaranja, i da naši gradovi neće biti pošteđeni. To ukazuje direktno na upotrebu *atomskih sredstava* kao na prvi izbor oružja koje će biti upotrijebljeno protiv naših glavnih gradova i industrijskih centara, pošto nijedno drugo oružje ne posjeduje tako ogromnu razornu snagu. Ako hidrogenske bombe budu dostupne, one će sigurno biti radije upotrijebljene od atomskih bombi zbog njihove daleko veće moći.

Izgleda da postoje samo dva moguća faktora koja bi mogla ograničiti upotrebu atomskih sredstava u budućem velikom ratu: 1) obim zaliha atomskih bombi koje neprijatelj posjeduje na početku izbijanja rata i njegova sposobnost da proizvodi više bombi u toku samog rata, i 2) neprijateljska filozofija rata.

Prvi faktor će, nesumnjivo, uticati na neprijatelja da odabira ciljeve za atomski napad, pošto će on, bez svake sumnje upotrebljavati svoje raspoložive atomske bombe prvo protiv najkorisnijih i najosjetljivijih ciljeva, a to su naši najveći industrijski gradovi, kao: Njujork, Čikago, Filadelfija, Los Angeles i Detroit. Vašington će takođe, vjerojatno, biti uključen u ovu grupu ciljeva zato što se tamo nalaze mnoge vladine institucije. Sljedeći izbor

ciljeva, ako bude bilo raspoloživih atomskih bombi, biće naši manji gradovi u kojima je smještena naša životna industrija, kao što su proizvodnja aviona i municije, čelika, nafte, i centralne transportne tačke.

Uzimajući u obzir da »male« efikasne atomske bombe ne mogu da budu napravljene, uslijed zahtjeva kritične veličine njihovih fisionih materijala, pretpostavljajući da su to bombe manje od onih koje smo mi upotrijebili u Japanu, izgleda nevjerovatno da bi neprijatelj upotrebio svoje atomske bombe na manje i manje važne ciljeve od onih koji su gore navedeni i to sve dotle dok ne bi potpuno zbrisao naše velike gradove i naša životna industrijska područja, a u tom slučaju mi bismo, vjerovatno, do tog vremena izgubili rat. Postoji, naravno, stalno opasna mogućnost da se hidrogenska bomba može uspješno napraviti, u kom slučaju, izgleda, ne bi bilo granica za kritičnu veličinu, i tada bi *male H-bombe* pretstavljale prvi izbor za ciljeve neekonomične za A-bombe.

Ako isključimo H-bombu kao još nedostupnu, kakva će oružja ili njihova dopuna, osim A-bombi, vjerovatno biti upotrijebljena u sljedećem velikom ratu? Upravo na tom pitanju pojavljuje se na scenu neprijateljska filozofija rata. U Prvom i Drugom svjetskom ratu bile su vojske zaraćenih strana veće nego što su se ikada pojavile i, u većini slučajeva, bile su sastavljene od gotovo cijelokupnog fizički sposobnog muškog stanovništva nacije. Isto tako, i ogromne količine vojne spreme zahtjevale su ogromno naprezanje proizvodnog napora svake države kao nikada ranije. Napor da se održe ove velike vojske napinjao je ekonomski život mnogih nacija do same tačke sloma. U vezi sa tim, mnogi od najvećih vojnih stratega smatrali su da će mjere koje povećavaju neprijateljski teret održavanja doprinijeti daleko više rešavanju ishoda budućih ratova nego sam gubitak ljudske snage do koga dolazi u bitkama.

Na osnovu iskustva iz svjetskog rata, vojni autoriteti različito procjenjuju zahtjev modernog rata da 3—6 ljudi iza linija održavaju jednog vojnika na frontu; osim toga, teret održavanja vojske na bojnom polju ogromno je povećan zadatkom zbrinjavanja bolesnih i ranjenih. Ljudi

izbačeni iz stroja nesmrtonosnim ranama su za vrijeme svog liječenja vojna pasiva umjesto aktiva. Strategiska vrijednost smrti u bici je na taj način znatno umanjena, ali je povećan značaj nesmrtonosnih borbenih žrtava. Ona sredstva koja osposobljavaju vojsku da nanese neprijatelju maksimalan broj nesmrtonosnih borbenih žrtava, u odnosu na utrošen vojni napor, mogu se prema tome smatrati kao najefikasnija vojna sredstva.

Pošto je iskustvo Prvog svjetskog rata pokazalo da je bojni otrov bio daleko efikasnije i potpunije sredstvo za nanošenje žrtava nego eksploziv, to izgleda da bi bojni otrov bio sljedeće oružje koje će biti izabrano za upotrebu protiv naših gradova, i to ne samo zbog svoje snage da nanosi žrtve, nego isto tako i zbog svog velikog demoralijućeg dejstva. Ovo, naravno, prepostavlja da bakteriološka sredstva nisu, u međuvremenu, bila razvijena do takvog stepena na kome bi bila efikasnija protiv ljudstva nego bojni otrovi, inače bi bakteriološka sredstva bila drugi izbor. Jedan drugi faktor u korist bojnih otrova dolazi do izražaja ako nacija prihvati doktrinu direktnog pritiska na neprijateljsko civilno stanovništvo putem vazdušnog dejstva, a ima dovoljno vazduhoplovstva da to dejstvo učini stvarno efikasnim. Ono može da postigne brzu odluku u ratu pomoću iznenadnih nadmoćnijih vazdušnih napada bojnim otrovima na protivničke gradaove, uz mnogo manje uništenja života i imovine, pošto je bojni otrov, u cjelini, daleko manje smrtonosan za ljudski život od eksploziva i zapaljivih sredstava. U isto vrijeme bojni otrov bi bio, vjerovatno, efikasniji za slamanje narodnog morala i volje za ratom zbog svog većeg područja dejstva i veće sposobnosti da izazove žrtve, a, naročito, zbog svog velikog psihološkog dejstva na nepripremljeno civilno stanovništvo.

S druge strane, ako nacija u ratu ne posjeduje veliko preim秉stvo u vazduhoplovnoj moći, dovoljno da postigne brzu odluku prije nego što njen protivnik može da pripremi svoje civilno stanovništvo da izdrži i da se odupre vazdušnim napadima i da odgovori protivvazdušnim napadima, vjerovatno je da direktno vazdušno dejstvo bojnim otrovom protiv neprijateljskog civilnog stanovništva

ne može samo da donese pobjedu u ratu. Kada je civilno stanovništvo jedne države već spremno da dočeka vazdušne napade efikasnom organizacijom i obukom, kao i zadovoljavajućim aktivnim i pasivnim odbranbenim sredstvima, sasvim je pouzdano da vazdušni napadi bojnim otrovom (ili bakterijama) neće nikada sami obezbijediti konačnu odluku u ratu. Naprotiv, takvi napadi će služiti samo da čeliće živce civilnog stanovništva i da povećavaju njegovu odlučnost da produži rat do uspješnog završetka po svaku cijenu.

S druge strane, ako neprijateljska filozofija rata stavlja prioritet na razaranje imovine više nego na žrtve, zapaljiva sredstva bi mogla da pretstavljaju sljedeći izbor, poslije atomskeih sredstava, za razaranje naših gradova, i to zbog njihove dokazane razorne moći protiv grada Njemačke i Japana u Drugom svjetskom ratu. U tom slučaju, eksplozivne bombe bi bile upotrijebljene sa zapaljivim da bi se povećala njihova efikasnost.

Strategiski ciljevi. Ako bi neprijateljski vojni cilj bio fizičko razaranje naših gradova i životnih industrijskih područja, njegov izbor vojnih sredstava pretstavljalje bi, vjerovatno, H-bombe, atomske bombe, zapaljive bombe i eksplozivne bombe, po datom redu i zbog već ranije izloženih razloga. Ako bi neprijateljski vojni cilj bio osvajanje naših oružanih snaga na bojnom polju, onda bi eksplozivna sredstva ili bojni otrov igrali najveću ulogu, sve dok ne budu otkriveni načini i sredstva da se naprave efikasni atomski projektili (artiljeriske granate i *male avionske bombe*). Zapaljiva i bakteriološka sredstva vjerovatno ne bi bila upotrijebljena ili bi igrala beznačajniju ulogu u operacijama protiv naših armija, pošto su one relativno malo povoljni zapaljivi ciljevi na bojnom polju, a ostojanje među neprijateljskim armijama u sudaru je suviše malo te se ne bi smjela rizikovati mogućnost da se bakteriološka sredstva povrate sa epidemičnim širenjem. Najzad, ako bi neprijateljski vojni cilj bio isključenje naše ratne proizvodnje oružja i opreme, onda bi on, vjerovatno, preciznim bombardovanjem postrojenja od životne važnosti za proizvodnju, izabrao eksplozivne i snažno

zapaljive bombe, a svakako i bombe sa dugotrajnim bojnim otrovima i prskanje BOT-om.

Svrha vojnih dejstava. Ako je svrha neprijateljskog vojnog dejstva zauzimanje grada, pristaništa, željezničkog centra, ili nekog drugog specifičnog uređaja, s tim da se ne razori, kako bi ga mogao koristiti za svoje svrhe, onda bi vjerovatno bojni otrov ili bakteriološka sredstva bili daleko efikasniji od atomskih, zapaljivih ili eksplozivnih sredstava. Sa druge strane, ako je svrha neprijateljskog vojnog dejstva isključivo fizičko uništenje specifičnog uređaja da bi se onemogućilo njegovo korišćenje od strane protivnika, za takvu svrhu biće izabrana atomska, zapaljiva ili eksplozivna sredstva, i to po navedenom redu.

Relativna efikasnost sredstava. Što se tiče opšte efikasnosti kako protiv materijala, tako i ljudstva u gradovima, atomska sredstva se nalaze u posebnoj klasi, pri čemu stalno preteća mogućnost upotrebe H-bombe baca u zasjenak i onako kolosalnu snagu A-bombe. Zapaljiva i eksplozivna sredstva su sljedeća po redu i to po sveopštoj efikasnosti kako protiv civilnog materijala, tako i protiv ljudstva. Protiv ljudstva se jedino hemiska i bakteriološka sredstva bore za prvo mjesto u efikasnosti, poslije atomskih sredstava, a tek iza njih dolaze zapaljiva i eksplozivna sredstva. Za izazivanje nesmrtonosnih žrtava, hemiska sredstva stoje na prvom mjestu, a za njima dolaze bakteriološka, zapaljiva i eksplozivna sredstva.

Zaključak. Najopasnija dokazana vojna sredstva protiv civilnog stanovništva danas su: (1) atomska (A-bomba), (2) zapaljiva i (3) eksplozivna sredstva. Izuzimajući činjenicu da bojni otrov još nije bio upotrijebljen protiv civilnog stanovništva i da njegova efikasnost za takvu upotrebu nije bila ispitana, to bi bio najpričližniji red, ako ne isti za zapaljiva sredstva sudeći prema opasnosti koju ona pretstavljaju za naše gradove u budućem ratu, s obzirom na njihovu ogromnu moć da nanose žrtve trupama, a koja je dokazana u Prvom svjetskom ratu. Bakteriološka sredstva imaju tako veliku potencijalnu snagu da desetkuju stanovništvo, da moraju biti klasificirana sa hemiskim sredstvima, a mogu čak i da pretstavljaju

veću opasnost od hemiskih sredstava. Iako su atomska sredstva daleko najmoćnija oružja modernog ratovanja, ne smijemo dopustiti sebi da prenebregnemo opasnosti koje nose eksplozivna sredstva, zapaljiva sredstva, bojni otrovi i bakterije. Ako zaborakadiramo naša prednja vrata pred neprijateljem, ne smijemo da zaboravimo da obezbijedimo i zadnja vrata, tako da, sa stanovišta civilne zaštite i nacionalne bezbjednosti, sva ova vojna sredstva moraju da budu uzeta u obzir i da na najbolje mogući način mora biti obezbijeđena zaštita naših gradova i civilnog stanovništva od svakog od njih, ako želimo da preživimo budući svjetski rat.