

Balistika na cilju

Tematske oblasti

1. Uvod
2. Dinamičko opterećenje materijala
3. Mehanika penetracije
4. Rušeće dejstvo
5. Fragmentacija
6. Upaljači

Balistika na cilju

1

Uvod

1. Balistika na cilju. Predmet istraživanja

- **Balistika** je naučna disciplina koja se bavi proučavanjem kretanja projektila.
- Razlikujemo nekoliko faza kretanja klasičnih projektila:
 - Prvu etapu čini kretanje projektila u cevi oruđa/oružja. Fenomenima karakterističnim za peroid kretanja projektila u cevi bavi se **unutrašnja balistika**. U slučaju nevođenih raketnih projektila postoji izvesna analogija ove faze sa aktivnom fazom leta raketnog projektila (period leta rakete u kome radi raketni motor).
 - **Prelazna balistika** bavi se prvenstveno složenim gasodinamičkim pojavama koje utiču na kretanje projektila neposredno po napuštanju cevi oruđa.
 - Slobodno kretanje projektila posle izlaska iz cevi oruđa pod dejstvom gravitacione sile i aerodinamičkih sila i momenata predmet je proučavanja **spoljašnje balistike**.
 - Konačno, finalna faza kretanja projektila koja podrazumeva njegovo dejstvo, odnosno interakciju sa ciljem izučava se u okviru **balistike na cilju** (eng. **terminal ballistics**).

2. Istraživačke metode i pristupi

Kao i mnoge inženjerske discipline, balistiku na cilju karakterišu **tri osnovna pristupa istraživanju**.

- **Empirijski pristup** se zasniva na formiranju odgovarajućih relacija između relevantnih balističkih veličina na bazi eksperimentalno utvrđenih zavisnosti:
 - zahtevan u pogledu cene eksperimentalnih istraživanja,
 - dobijene relacije su veoma pouzdane.
- **Analitički pristup** bazira se na primeni osnovnih fizičkih zakonitosti na razmatrani terminalno balistički proces:
 - ove modele odlikuje inženjerski prihvatljiva tačnost,
 - najčešće imaju širi domen primene nego u slučaju empirijskih modela.
- **Numerički pristup** je najmoderniji i podrazumeva primenu fizičkih zakona održanja na diskretizovanu strukturu koja se razmatra:
 - rezultati u najvećoj meri zavise od tačnosti korišćenih modela ponašanja materijala.
- U istraživanjima se često koristi **kombinovani metod** koji podrazumeva primenu najmanje dva pristupa (npr. empirijski i numerički) u cilju dobijanja kvalitetnog modela koji verno opisuje razmatrani proces.
- **Multidisciplinarna oblast**: mehanika deformabilnog tela, dinamika gasova, teorija udarnih talasa, fizika eksplozije, konstrukcija projektila itd.

3. Procesi koje izučava balistika na cilju

Kao što je napomenuto, **balistika na cilju** se bavi interakcijom projektila i cilja. Generalno, razlikujemo dva osnovna tipa procesa koji zavise od vrste projektila:

- U prvu grupu svrstavaju se svi tzv. **inertni projektili** – projektili koji ne sadrže eksplozivno punjenje, tj. projektili čije se dejstvo zasniva isključivo na principu pretvaranja njihove kinetičke energije u koristan rad. Tradicionalno, osnovni zadatak balistike na cilju je upravo bio određivanje relacija koje omogućavaju određivanje ključnih parametara procesa probijanja (odnosno penetracije ili perforacije).
- Druga grupa procesa karakteristična je za **projekte koji sadrže eksplozivno punjenje**. U ovom slučaju terminalnobalistički proces je znatno složeniji i započinje aktiviranjem upaljača, odnosno iniciranjem eksplozivnog punjenja. Balistika na cilju usko je povezana sa mehanizmima delovanja bojnih glava i podrazumeva modeliranje brojnih procesa kao što su: **detonacija, fragmentacija, balistika parčadi, formiranje kumulativnog mlaza, penetracija**... Za ovu grupu projektila takođe je karakteristično i **rušeće dejstvo (blast)** koje nastaje kao posledica detonacije eksplozivnog punjenja.

4. Vrste projektila i njihovih dejstava

Sa aspekta balistike na cilju, najznačajnija je podela projektila prema načinu dejstva na cilju. U osnovi, kada su u pitanju **konvencionalni projektili**, dva su glavna vida delovanja:

- **probojno dejstvo** (penetracija, odnosno perforacija), i
- **rušeće dejstvo** nadpritiska udarnog talasa (blast).
- U slučaju **nuklearnih bojnih glava** osim rušućeg, postoje i svetlosni i toplotni efekat, kao i radioaktivnost.

Probojno dejstvo je karakteristično za sledeće tipove projektila:

- projektili koji se ispalljuju iz klasičnog streljačkog (pešadijskog) naoružanja,
- projektili parčadnog dejstva (prirodna ili dirigovana fragmentacija, prefragmentisani),
- inertni protivoklopni projektili (kalibarni i potkalibarni),
- protivoklopni projektili na bazi usmerenog delovanja eksplozije (projektili na bazi kumulativnog, Misznay-Schardin-ovog, Hopkinson-ovog efekta).

Dejstvo nadpritiska udarnog talasa izazvanog eksplozijom je karakteristično za:

- projekte rušućeg dejstva,
- u izvesnoj meri i za sve druge projekte koji sadrže eksplozivno punjenje.

Ostali tipovi projektila koji nisu namenjeni za direktno dejstvo na cilju (osvetljavajući, zadimljavajući, propagandni, projektili za obuku,...) neće biti razmatrani u okviru Balistike na cilju.

5. Verovatnoća uništenja cilja

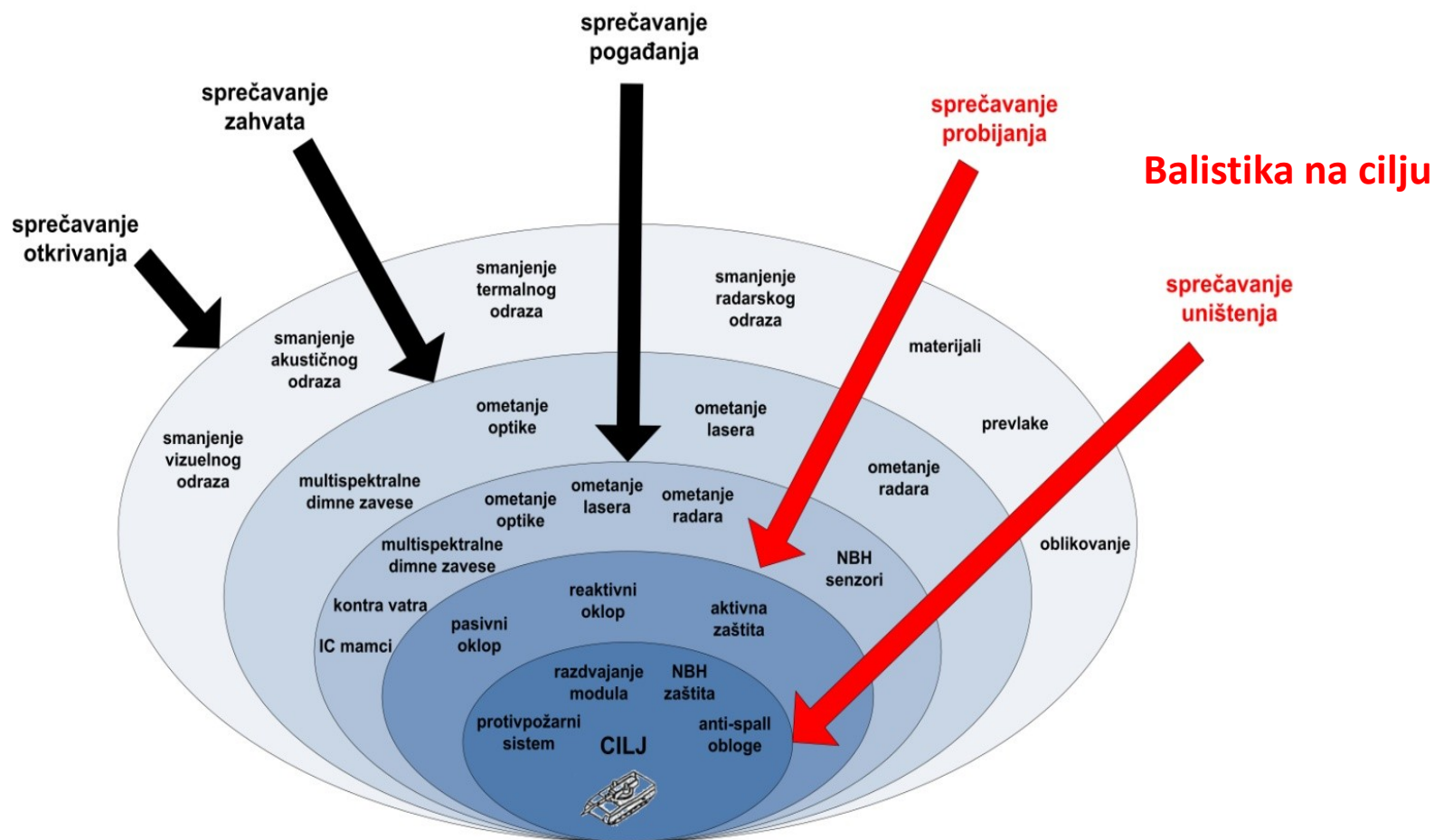
- Kao što je poznato, sistem oruđe/projektil prvenstveno je **namenjen za uništavanje određenih ciljeva**.
- Postoji, međutim, i širi kontekst u kojem se razmatra ceo proces uništavanja cilja koji podrazumeva i **kompleksan sistem upravljanja vatrom**.
- Ovaj sistem treba najpre da omogući otkrivanje cilja i njegovo zahvatanje i praćenje, a potom da generiše optimalne parametre gađanja.
- U tom kontekstu, **verovatnoća uništenja cilja** može se pisati u formi:

$$p = \prod_j p_j$$

Verovatnoće p_j su redom:

- p_1 – verovatnoća otkrivanja cilja,
- p_2 – verovatnoća zahvatanja cilja,
- p_3 – verovatnoća pogađanja cilja,
- p_4 – verovatnoća probijanja oklopa cilja,
- p_5 – verovatnoća uništenja cilja posle probijanja oklopa.
- Treba imati u vidu da verovatnoće p_j zavise od vrste cilja i sistema oruđe/projektil, kao i od sistema upravljanja vatrom i da je u opštem slučaju $j \neq 5$.

5. Verovatnoća uništenja cilja (nastavak)



Nivoi zaštite tenka (**protection onion**) koji se odnose na različite metode sprečavanja otkrivanja i zahvata cilja, pogađanja cilja, njegovog probijanja i uništenja posle proboja