



Maanpuolustuskorkeakoulu

Epäsymmetriset venäläiset asejärjestelmät

Juha Honkonen, STEKNL, MPKK



Puolustusvoimat

Försvarsmakten • The Finnish Defence Forces

25.5.2018

1



Luennon aiheet

- Putinin esittelemät asejärjestelmät
 - Sarmat
 - Burevestnik
 - Poseidon
 - Kinžal
 - Avangard
 - Peresvet
- Yhteiset tekijät tuomiopäivän aseissa
- Hypersoonisten ammusten vaikutus





Venäjä ei ole Neuvostoliitto

Resurssit eivät tunnustettusti riitä symmetriseen kilvoitteluun (Venäjä 2% maailman BKT:sta, USA 24 %).



Fight the enemy with the
weapons he lacks.

~ Alexander Suvorov

AZ QUOTES





Asejärjestelmät Vladimir Putinin puheessa Federaatiokokoukselle

- Sarmat, ICBM, hypersooniset taistelukärjet, rajoittamaton kantama (2020)
- Burevestnik, ydinkäyttöinen risteilyohjus, rajoittamaton kantama
- Poseidon, vedenalainen ydinkäyttöinen robotti, rajoittamaton kantama
- Kinžal, hypersooninen operatiivis-taktinen ohjusjärjestelmä (koekäytössä)
- Avangard, hypersooninen mannertenvälinen liitävä taistelukärki (2019)
- Peresvet, operatiivis-taktinen laserase (koekäytössä)





Mitä uutta?

- Kolme ominaisuutta selkeästi näkyvissä
 - hypersooniset nopeudet taistelukärjissä (Sarmat, Kinžal, Avangard)
 - kompakti mobiili ydinvoimalaitos (Burevestnik, Poseidon, Peresvet)
 - autonomisuus





Äänen nopeus ja muita nopeuksia

- Äänen nopeus c mittaa lämpötilaa:

$$c^2 = \frac{\gamma RT}{M}.$$

- Hypersooninen nopeus: $v > 5c$ ($v > \text{Ma}$).
- Avaruusaluksissa tärkeä 1. kosminen nopeus on hypersooninen $v_1 = 7880 \text{ m/s} = 23,90 \text{ Ma}$ (nopeus ympyräradalla 50 km korkeudella).
- Mannertenvälisten ballististen ohjusten vauhdit hypersoonisia, mutta tätä pienempiä (elliptinen rata).
- Kiinteän kappaleen (Fe) liike-energia riittää sen höyrystämiseen, kun $v > 4100 \text{ m/s}$.





Strateginen ohjusjärjestelmä RS-28 Sarmat (SS-30 Satan 2)

- Korvaa raskaan monikärkiohjuksen R-36M2 Voevoda (SS-18 Satan Mod 5/6).
- Riippumattomuus Ukrainasta (Voevoda on ukrainalainen tuote).
- Epäsymmetrisyys: Venäjä ei pysty tuottamaan symmetristä keskimatkan ohjusten uhkaa.
- Lähtömassa yli 200 t, kantokuorma 10 t.
- Suborbitaalinen rata (1967 ydinasekielto Maata kiertävällä radalla), kantama 18000 km.
- Hypersooninen taistelukärki (Avangard?).





Lentokoneohjusjärjestelmä Kinžal (Кинжал, tikari)

Vanhan ylisonisen torjuntahävittäjän ja hypersonisen ohjuksen yhdistelmä: saavutetaan Mach 10 nopeus.



Kinžal Voiton päivän paraatissa 9.5.2018





Aeroballistinen ohjus H-47M2 (X-47M2)

- Aeroballistisen ilma-aluksen liitoluku $E = L/D > 1$.
- Edeltäjiksi arvioidaan H-15 (AS-16 Kickback) ja Iskanderin (SS-26 Stone) aeroballistinen ohjus 9M723K1
- Vladimir Putin lupasi 10 Machin nopeuden.
- Kantamaksi julistettiin n 2000 km, muuten tietoa on nihkeästi saatavilla
- Iskanderin ohjuksen 9M732K tietojen mukaan lentävältä lavetilta tämä on mahdollista (ilma-alus on ohjuksen 1. vaihe)





Operatiivis-taktinen ohjus 9M732K

- lähtömassa 3800 kg, taistelukärki 480 kg
- kiinteä polttoaine, yksivaiheinen
- häivetekniikkaa hyödyntäen valmistettu
- ohjattu, hyvin epäsäännöllinen lentorata
- lennon alussa ja lopussa jopa 30g kiihtyvyyksiä
- lentorata pääosin 50 km korkeudessa
- kantama 280 km (E), noin 400 km (M)





Ohjus 9M723K: taistelukärjet

Taistelukärkiä 10 lajia, mm.

- kuorma-ammus, sirpalekranaatteja
- kuorma-ammus, suunnatun vaikutuksen ammuksia
- kuorma-ammus, täsmäämmuksia
- kuorma-ammus, volymetrisiä räjähteitä
- ydinräjähde





Ylisooninen lavetti, MIG 31 K

- MIG 31 (Foxhound) on neuvostoliittolainen torjuntahävittäjä, käytössä vuodesta 1981.
- Nykyinen versio MIG-31BM vuodelta 1998.
- H-47M2:n lavetti MIG-31K tämän muunnelma.
- Suurin lentoonlähtömassa 46750 kg (omamassa 21820 kg, lentävä polttoainesäiliö!)
- Suurin hyötykuorma 5000 kg.
- Suurin nopeus korkealla 3400 km/h.
- Toimintasäde 720 km.

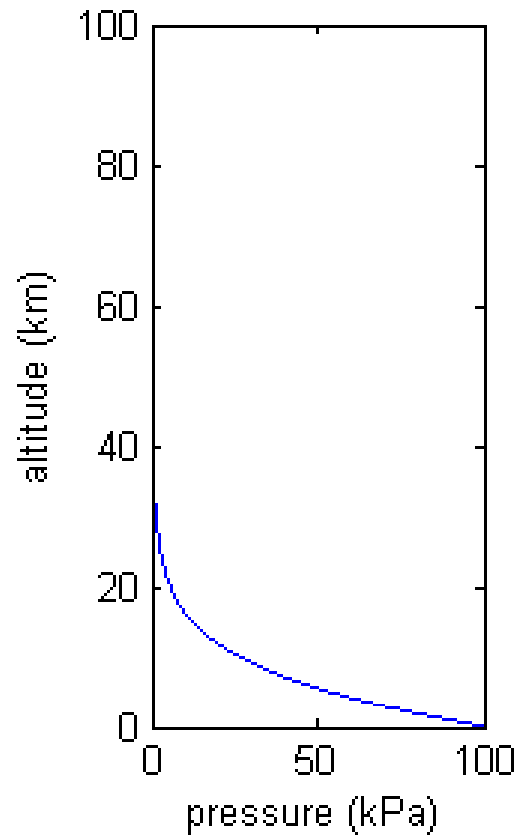
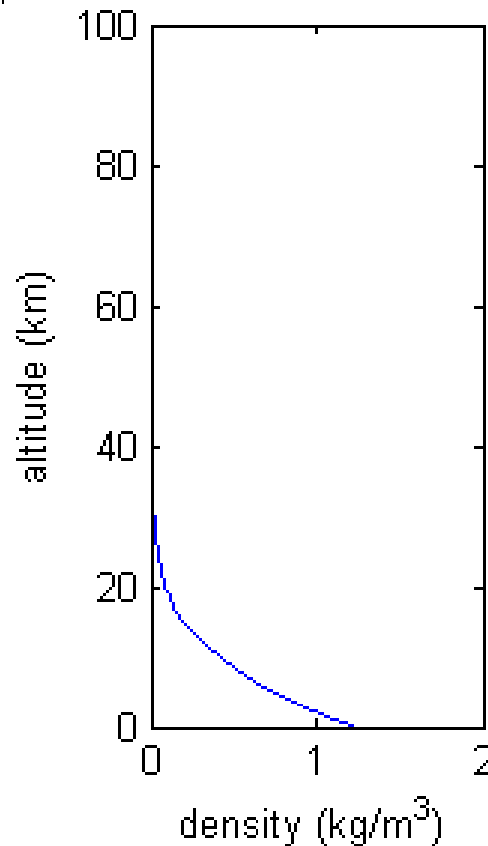
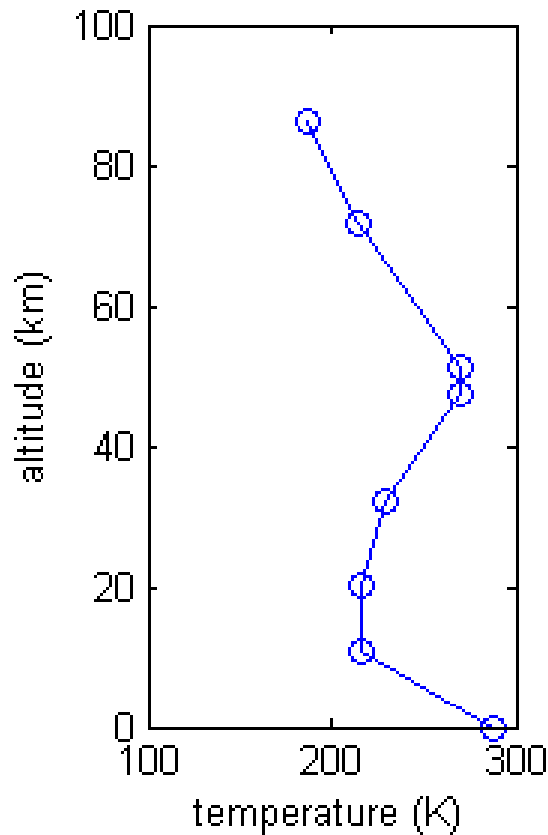




Ilmakehän standardimalli

Kerrostunut ideaalikaasu. Kerroksissa lämpötila on vakio tai lineaarinen korkeuden funktio.

The 1976 U.S. Standard Atmosphere





Kvasiballistinen rata

- Kvasiballistinen rata: suoraan ylös 50 km korkeuteen stratosfäärissä, liukuradalla maalin ylle ja suoraan alas.
- Lyhyempi lentoaika kuin ballistisella radalla.
- Työntövoima vain aktiivisella radan osalla, muualla aerodynaaminen ohjaus.
- Lähtönopeus MIG 31:n maksiminopeus stratosfäärin alarajalla (20 km), 3 Machia.
- Ilmanvastus vakiokorkeuden (50 km) lentoradalla stratosfäärissä pieni.





Rajanopeus ja iskunopeus

- Rajanopeus (terminal velocity): kappaleen loppunopeus ilmakehässä, kun tiheys on vakio.
- Neliöllinen ilmanvastuslaki

$$D = \frac{1}{2} C_D A \rho(z) v^2$$

- Neliöllisen ilmanvastuslain standardi-ilmakehässä hypersoonisen kappaleen liike hidastuu voimakkaasti troposfäärissä.





Hypersoonisen ohjuksen iskunopeus

Korkeus, km	Vapaa pudotus, vauhti m/s	H-47M2 (arvio) Mach 10, vauhti m/s	Avangard (arvio) Mach 20, vauhti m/s
50	0	3300	6590
40	440	3310	6570
30	610	3260	6430
20	690	2920	5730
10	530	1720	3320
4	405	1040	1970
2	355	820	1520
0	310	610	1110

Iskunopeus on ylisooninen, muttei hypersooninen. Modernin panssarivaunun nuoliammus iskee suuremmalla vauhdilla.





Hypersoonisen kineettisen ammuksen iskunopeus

Korkeus, km	Volframinuoli, vapaa pudotus, vauhti m/s	Volframinuoli Mach 10, vauhti m/s	Volframinuoli Mach 20, vauhti m/s
50	0	3300	6590
40	440	3330	6610
30	630	3350	6620
20	770	3380	6620
10	880	3380	6580
4	940	3370	6530
2	950	3360	6510
0	970	3350	6480

Iskunopeus on nyt hypersooninen. Laitteen tiheys ratkaisee. Ilman vastuksen vaikutus on vähäinen.





Hypersoonisen kappaleen kineettinen vaikutus

- Kineettisen vaikutuksen mitta on liike-energia.
- Ominaisliike-energia

$$e_k = \frac{E_k}{m} = \frac{1}{2} v^2.$$

- Ominaisliike-energia vastaa TNT:n räjähdysenergiaa (4,184 MJ/kg), kun vauhti on

$$v_{\text{TNT}} = 2893 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

- 10 Machin volframinuolessa iskuenergian TNT ekvivalentti on 1,4; 20 Machin nuolessa 5,0.





Liidon kantomatra ja hidastuvuus



- Kun liitoluku $E = L/D > 1$, hypersonic liito ilmakehän yläosissa kantaa pitkälle.
- Nopeudella 20 Mach liitoluku on 4,6 (puoliempiirinen tieto)
- Korkeudella 50 km hidastuvuuden karakteristinen pituus on noin 5000 km (vauhti kolmasosaan).
- Mannertenvälisessä liidossa 20 Machin vauhti putoaa 7 Machiin (5000 km matka).





Tärkeät nopeudet

- Ensimmäinen kosminen nopeus on 7,9 km/s
- Liike-energian TNT-ekvivalenttinopeus on 2,9 km/s.
- Liike-energian höyrystymisekvivalenttinopeus on 4,1 km/s (rauta).
- Äänen nopeus standardi-ilmakehässä meren pinnan tasolla on 340 m/s.
- Äänen nopeus standardi-ilmakehässä 50 km korkeudella on 330 m/s (stratopaussi).





Mitä tästä opimme?

- Asejärjestelmien yksityiskohtainen tieto on salaista, mutta luonnonlait pätevät niissäkin.
- Kineettistä vaikutusta voi arvioida karkeasti yksinkertaisin välinein.
- Hypersoonisen kappaleen kineettinen energia riittää sen höyryttämiseen, kun nopeus on yli Mach 10.
- Hypersooniset ohjukset tulevat korkealtakin maahan ”vain” ylisoonisina.
- Massiivisten nuolten vauhti ei hidastu.

