

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**VENÄLÄISTEN ILMASTA LAUKAISTAVIEN KAUASKANTOISTEN OHJUSTEN
KEHITYSNÄKYMÄ**

Tutkielma

Kapteeni
Toni Ovaskainen

EUK 65
Ilmasotalinja

Huhtikuu 2013

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Esiupseerikurssi 65	Linja Ilmasotalinja
Tekijä Kapteeni Toni Ovaskainen	
Tutkielman nimi VENÄLÄISTEN ILMASTA LAUKAISTAVIEN KAUASKANTOISTEN OHJUSTEN KEHITYSNÄKYMIÄ	
Oppiaine johon työ liittyy Sotatekniikka	Säilytyspaikka MPKK:n kurssikirjasto
Aika Huhtikuu 2013	Tekstisivuja 30 Liitesivuja 2
TIIVISTELMÄ <p>Tutkimuksessa on tutkittu julkisiin lähteisiin perustuen venäläisten ilmasta laukaistavien kaukovaikutteisten aseiden nykytilaa ja kehitysnäkymiä. Tutkimuksessa on selvitetty ohjuksissa käytettyjä teknisiä ratkaisuja sekä niiden vaikutusta ohjusten suorituskykyyn. Ohjukset ja niiden tulevaisuuden näkymät on käyty läpi osa-alueittain; ominaisuudet, voimalaite, taistelulataus, sekä suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät. Tutkimuksessa on käsitelty myös aselavetteja jotka kykenevät laukaisemaan kauaskantoisia ilmasta maahan ja ilmasta merelle ohjuksia. Tutkimuksessa on käsitelty myös ohjusten ja lavettien tulevaisuuden näkymiä. Lavettien kehitysnäkymät on käyty läpi konekalustoittain yleisellä tasolla. Venäläiset asevalmistajat kehittävät aktiivisesti ilmasta laukaistavia kauaskantoisia aseita. Strategisia ohjuksia on suunniteltu ja valmistettu omaan käyttöön. Taktisen tasan ohjuksia on valmistettu enemmän vientimarkkinoille. Uudemmissa venäläisvalmisteisissa ohjuksissa on ja tulee jatkossa olemaan myös kehittyneemmät, tarkemmat ja paremmin häirintää sietävät hakeutumisjärjestelmät. Tulevaisuuden näkymistä merkille pantavin on ohjuksen nopeuden kasvattaminen. Venäjän ja Intian yhteistyönä kehittämä Brahmos kykenee lentämään lähes 3.0 Machin nopeudella. Tällä hetkellä on kehitystyö käynnissä myös hypersoonisen ohjuksen kehittämiseksi. 5.0-7.0 Machin nopeudella lentävän ohjuksen kehitystyö on kuitenkin haasteellista.</p>	
AVAINSANAT ASHM, LACM, hypersooninen ohjus, venäläinen meritorjuntaohjus, venäläinen risteilyohjus	

VENÄLÄISTEN ILMASTA LAUKAISTAVIEN KAUASKANTOISTEN OHJUSTEN KEHITYSNÄKYMÄ

1.	JOHDANTO	1
1.1.	Tutkimuksen aiheen valinta	1
1.2.	Tutkimuskysymykset	1
1.3.	Tutkimusmenetelmä, näkökulma ja lähdekritiikki.....	2
1.4.	Käsitteet.....	3
1.5.	Tutkimuksen rajaus	3
2.	VENÄLÄISET ILMASTA LAUKAISTAVAT KAUASKANTOISET OHJUKSET....	4
2.1.	KH-22 (AS-4 KITCHEN)	4
	Yleistä	4
	Voimalaite	5
	Taistelulataus.....	5
	Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät	6
	Johtopäätökset	6
2.2.	KH-15 (AS-16 KICKBACK).....	6
	Yleistä	6
	Voimalaite	7
	Taistelulataus.....	7
	Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät	8
	Johtopäätökset	8
2.3.	KH-55 (AS-15 KENT).....	8
	Yleistä	8
	Voimalaite	10
	Taistelulataus.....	10
	Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät	11
	Johtopäätökset	11
2.4.	KH-101/102	11
	Yleistä	11
	Voimalaite	13
	Taistelulataus.....	13
	Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät	13
	Johtopäätökset	13
2.5.	KH-59MK/MK2.....	14
	Yleistä	14
	Voimalaite	15
	Taistelulataus.....	15

Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät	16
Johtopäätökset	16
2.6. CLUB-A (SS-N-27/30 SIZZLER)	16
Yleistä	16
Voimalaite	18
Taistelulataus.....	18
Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät	18
Johtopäätökset	18
2.7. BRAHMOS PJ-10.....	19
Yleistä	19
Voimalaite	20
Taistelulataus.....	20
Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät	20
Johtopäätöksiä.....	21
3. VENÄLÄISTEN KAUASKANTOISTEN OHJUSTEN ASELAVETTIEN NYKYTILA JA KEHITYSNÄKYMÄT	21
3.1. Pommikoneet	21
Tu-95MS	22
Tu-160	23
Tu-22M3	24
3.2. Hävittäjät ja monitoimihävittäjät.....	25
4. VENÄLÄISTEN ILMASTA LAUKAISTAVIEN KAUASKANTOISTEN OHJUSTEN KEHITYSNÄKYMÄT	26
4.1. Yleistä	26
4.2. Voimalaitteet.....	26
4.3. Suunnistus- ja ohjautusjärjestelmät.....	27
4.4. Ohjusten aerodynaamiset ominaisuudet.....	28
4.5. Taistelulataukset.....	28
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	29
LÄHTEET	31
LIITTEET	35

VENÄLÄISTEN ILMASTA LAUKAISTAVIEN KAUASKANTOISTEN OHJUSTEN KEHITYSNÄKYMÄ

1. JOHDANTO

1.1. Tutkimuksen aiheen valinta

Venäläiset asevalmistajat ovat panostaneet voimakkaasti kauaskantoisten ohjusten kehittämiseen viime vuosina. Kauaskantoisen vaikutuskyvyn merkitys on yhä korostuneempi nykyisissä sotilaallisissa kriiseissä. Neuvostoliiton hajoamisen jälkeen oli periodi, jolloin Venäjän asevoimat kärsivät rahoitusongelmista. Kauaskantoisia aseita kehitettiin ja valmistettiin Venäjällä lähinnä vientimarkkinoille. Viime vuosina Venäjän asevoimien kohentunut rahoitustilanne on mahdollistanut voimakkaamman panostuksen kauaskantoiseen vaikutuskykyyn. Strategiset pommikoneet aloittivat maailmanlaajuiset partiolennot pitkän tauon jälkeen vuonna 2008[20]. Kauaskantoiset ydinkärjin varustetut risteilyohjukset ovat osa Venäjälle tärkeää ydinasepelotetta.

Myös taktiset tasan kauaskantoiset ohjukset ovat nousseet yhä tärkeämpään asemaan. Kallista ja lukumääräisesti vähäistä omaa lentokalustoa ei voida altistaa vastustajan asevaikutuksen alaiseksi. Asevaikutus on kyettävä tuottamaan kauempaa. Myös kyky täsmäiskuihin nousee yhä tärkeämpään asemaan. Asevaikutus on kyettävä viemään tarkasti viholliselle tärkeisiin pistekohteisiin kauas selustaan. Täsmäiskukykyisiä ja nopeita ohjuksia markkinoidaan myös asymmetrisiä uhkia vastaan käytettäväksi. Kehittyneet ilmatorjunta- ja häirintäjärjestelmät pakottavat asevalmistajat kehittämään ohjuksiin sellaisia ominaisuuksia, jotka mahdollistavat puolustajan torjunnan ja häirinnän tehokkaan väistön.

1.2. Tutkimuskysymykset

Pääkysymys:

Mitkä ovat venäläisten ilmasta laukaistavien kauaskantoisten ohjusten kehitysnäkymät?

Alakysymys:

Mikä on venäläisten ilmasta laukaistavien kauaskantoisten ohjusten nykytila?

Alakysymys:

Mitkä ovat ilmasta laukaistavien kauaskantoisten aseiden aselavettien kehitysnäkymät Venäjällä?

Alakysymys:

Mitä teknisiä ratkaisuja ja suorituskykyjä kehitteillä olevissa ohjuksissa arvioidaan olevan?

1.3. Tutkimusmenetelmä, näkökulma ja lähdekritiikki

Tutkimuksen päätutkimusmenetelmänä on käytetty kirjallisuustutkimusta, jolla esitetään mahdollisimman kattavasti julkisiin lähteisiin nojautuen venäläisten kauaskantoisten ilmasta laukaistavien ohjusten ja laukaisulavettien nykytila ja tulevaisuuden näkymät. Lähteitä on etsitty, analysoitu ja luokiteltu järjestelmällisesti. Lähteitä on pyritty käyttämään mahdollisimman tehokkaasti ja oivaltavasti.[8]

Tiedonhaku tutkimuksessa tehtiin koko tutkimuksen ajan. Alkuun tietoa haettiin perehtymismielessä laajasti. Loppuvaiheessa tutkimusta tiedonhaulla haettiin yksittäisiä tietoja tai varmistusta omille havainnoille.[8]

Pyrkimyksenä oli myös tarkan metatiedon hankkiminen. Eli tiedon kuka tiedon on tuottanut, onko se ajantasaista ja missä tieto säilytetään. Tällöin pystyttiin arvioimaan hyvin myös lähteiden luotettavuutta. Tutkimuksen luonteen vuoksi jatkuva lähteiden luotettavuuden arviointi oli tärkeää. Lähteitä arvioitaessa tutkija kiinnitti huomiota mm. seuraavia asioita:

- kuka asian on tuottanut ja miksi?
- kirjoittajan tunnettavuus ja arvovalta.
- tiedon tuoreus[8]

Tutkimus perustuu julkisiin lähteisiin. Lähteinä on käytetty kirjallisuutta, lehti- ja internetartikkeleita ja internet-tietokantoja. Tutkimuksen päälähde ohjusten ja lavettien teknisten yksityiskohtien osalta on IHS Jane's tietokanta. Jane's'in tietoja on täydennetty muista lähteistä. IHS Jane's tietokanta on arvioitu olevan luotettava lähde. Silti siellä olevissa artikkeleissa on ristiriitaisia tietoja. Tämän vuoksi eri lähteistä löytyviä tietoja on jouduttu vertailemaan keskenään.

Myös Carlo Coppin Ausairpower.net internetsivuille kirjoittamia ohjuksia ja lavetteja käsitteleviä artikkeleita on käytetty tutkimuksen lähteinä. Sivulta löytyviin tietoihin on suhtauduttu kriittisemmin, mutta pääosin lähde on pidetty luotettavana.

Venäläisistä lähteistä saatuihin konemääriin tulee suhtautua kriittisesti. Tarkkoja lukumääriä lentokelpoisista koneista ei ole julkisista lähteistä saatavilla.

Asevalmistajien internet-sivulta löytyviä tietoja on käytetty tutkimuksessa. Risteilyohjukset ovat tärkeä vientituote, joita markkinoidaan aktiivisesti. Tästä syystä vientiin valmistettavien ohjusten ominaisuudet ja suorituskyvyt kerrotaan varsin avoimesti. Näihin tietoihin on lähtökohtaisesti suhtauduttu varauksella. Asevalmistajat ilmoittavat mainosmielessä aseiden suorituskyvyt usein paremmiksi, kuin ne todellisuudessa ovat.

1.4. Käsitteet

Tutkimuksessa on käytetty venäläisiä lyhenteitä ohjuksista, aselaveteista ja -järjestelmistä. Ohjuksista on käytetty länsimaisissa lähteissä yleisesti käytössä olevaa kirjoitusasua; esim. Kh-22. Otsikoissa on mainittu myös aseiden tai järjestelmän NATO-koodi, jos järjestelmällä sellainen on. Tutkimuksessa käytetyt lyhenteet ja käsitteet on määritetty liitteessä 1.

1.5. Tutkimuksen rajaus

Tutkimuksen tarkastelu on rajattu Neuvostoliiton ja Venäjän kehittelemiin ilmasta laukaistaviin kauaskantoisiin ohjuksiin ja laukaisulavetteihin. Tutkimuksessa tarkastellaan myös Venäjän ja Intian yhteistyössä suunnittelemaa Brahmos-ohjusta. Vaikka ohjus ei olekaan vielä käytössä Venäjällä, kertoo se venäläisen ohjusteknologian tasosta.

Kauaskantoisella tarkoitetaan tutkimuksessa yli 200 km:n laukaisuetäisyydeltä laukaistavia ohjuksia. Tutkimus on rajattu ilmasta maahan ja meritorjuntaohjuksiin. Ilmasta-ilmaan ohjuksia ei tutkimuksessa käsitellä.

Tutkimuksessa keskitytään ohjusten ja lavettien suorituskykyihin ja käytettyihin teknisiin ratkaisuihin. Mahdollisia asejärjestelmien käyttötaktiikoita ei tarkastella. Kauaskantoisten aseiden poliittinen merkitys ei ole tutkimuksessa tarkastelun kohteena. Silti asiaa kuitenkin sivutaan varsinkin strategisten kauaskantoisten ohjusten ja lavettien osalta, sillä ilmasta laukaistavat kauaskantoiset ydinohjukset ovat keskeinen osa ydinasepelotteen muodostumisessa. Tutkimus on rajattu laukaisulavettien osalta kiinteäsiipisiin ilmakehässä lentäviin ilma-aluksiin, jotka kykenevät laukaisemaan kauaskantoisia aseita. Aselavettien osalta tarkastelu rajoittuu tekijöihin, joilla on merkitystä kauaskantoisten aseiden käytön kannalta. Käytettävien laukaisulavettien laadulliset ja määrälliset ominaisuudet ovat keskeinen osa aseiden suorituspotentiaalia. Tutkimuksessa keskitytään ohjusten ja ohjusten laukaisemiseen kykenevien lavettien kehittämiseen ja kehitysnäkymiin liittyviin tekijöihin. Tutkimuksen tarkoituksena on kertoa, mitä ohjuksia on käytössä ja mikä on niiden suorituskyky. Tämän lisäksi tutkimuksessa arvioidaan tulevaisuuden kehityssuuntia ilmasta laukaistavan kauaskantoisen asevaikutuksen osalta.

2. VENÄLÄISET ILMASTA LAUKAISTAVAT KAUASKANTOISET OHJUKSET

2.1.KH-22 (AS-4 KITCHEN)

Yleistä

Kh-22 on Raduga NPO asehtaan suunnittelema ja valmistama risteilyohjus. Ohjus suunniteltiin alun perin Tu-22 koneen pääaseeksi. Ohjuksella oli tarkoitus kyetä vaikuttamaan Yhdysvaltain laivaston tukialusosastoihin. Ohjuksesta on valmistettu ydinkärjellä varustettu versio (Kh-22N), ARM-versio (Kh-22M) sekä ASHM-versio (Kh-22MA).[15]

Ohjus suunniteltiin alun perin 1960-luvulla. Ohjuksesta on tämän jälkeen valmistettu modernisoituja versioita. Vuonna 1995 Venäjällä aloitettiin viimeisin Kh-22 ohjuksen modernisointiohjelma, jolloin ohjukseen lisättiin muun muassa datalinkki. Modernisoitujen ohjuksien lukumääristä ei ole tarkkaa tietoa. Oletettavaa kuitenkin on, että modernisoituja ohjuksia on käytössä Tu-22M3 kalustolla.[15]

Kh-22 ohjuksen pohjalta on suunniteltu Kh-32 ohjus. Kh-32 on joko modernisoitu Kh-22 tai tämän pohjalle suunniteltu uusi ohjus. Venäläiset lähteet ilmoittavat Kh-32 kantaman olevan 600 km ja maksimi nopeuden 4.7 Machia. Ohjuksesta löytyy tietoa julkisista lähteistä niukasti.[15]

Pituus:	11.67 m
Halkaisija:	0,92 m
Paino:	6000kg (N), 5900 kg (M), 5780 kg (MA)
Hyötykuorma:	1000 kg
Taistelulataus:	200 kT ydinkärki (N), 930 kg HE (M ja MA)
Ohjautus:	inertia (N), inertia ja aktiivinen tai passiivinen tutka (M ja MA)
Voimalaite:	nestemäistä polttoainetta käyttävä Isayev R201-300 raketimoottori
Kantama:	310 km (N), 350 km (M), 400 km (MA)
CEP:	ei tiedossa

Taulukko 1: Kh-22 ominaisuudet[15]



Kuva 1: Kh-22[29]

Voimalaite

Ohjuksen voimalaitteena on nestemäistä polttoainetta käyttävä Isayev R201-300 rakettimoottori. Ohjuksessa käytetty nestemäinen polttoaine on äärimmäisen myrkyllistä. Nestemäisen polttoaineen käsittely on haasteellista ohjusta tankatessa ja huollettaessa.[15]

Moottorissa on kaksi polttokammiota, joilla voimalaitteen työntövoimaa voidaan säädellä rajoitetusti lennon aikana. Versiosta riippuen voimalaite mahdollistaa ohjukselle 3.5-4.6 Machin maksimi nopeuden.[15]

Ohjus voidaan laukaista sekä matalalta että korkealta lentokorkeudelta. Matalalta laukaistuna ohjus nousee 12 km:n korkeuteen, josta se liukuu noin 1.2 Machin nopeudella 500 m:n korkeuteen loppuhakeutumista varten. Ohjus voidaan ohjelmoida nousemaan 27 km:n korkeuteen, jolloin se hakeutuu maaliin jyrkällä kulmalla noin 2.5 Machin nopeudella.[15]

Taistelulataus

Kh-22N (AS-4A) versiossa on 1000 kg:n painoinen 200 kT ydinkärki. Kh-22M (AS-4B) ja Kh-22MA (AS-4C) versioissa taistelulataus painaa 930 kg. M/MA versioissa taistelulataus voi olla HE / HE SAP tyyppinen.[15]

Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät

Ohjuksen reittivaiheen lentoa varten ohjuksessa on APK-22 inertiasuunnistusjärjestelmä. Ohjuksessa on myös radiokorkeusmittari. Kh-22MA versiossa on loppuhakeutumista varten aktiivinen tutkahakupää. Kh-22M versiossa on kaksitoiminen aktiivi/passiivitutkahakupää.[15]

Johtopäätökset

Kh-22 suunniteltiin 1960-luvulla, joten se on nykypäivänä vanha ohjus. Modernisoinneilla siihen on lisätty ominaisuuksia, jotka parantavat muun muassa ohjuksen maaliin hakeutumista. Datalinkillä ohjuksen maalitietoa voidaan päivittää reittivaiheen aikana. Myös modernimmat tutkahakupäät lisäävät ohjuksen suorituskykyä. Ohjuksessa käytetty nestemäinen polttoaine hankaloittaa sen käsittelyä huomattavasti.

Kh-22 suurin ongelma on suhteellisen lyhyt kantama. 300–400 km:n maksimilaukaisuetäisyys korkealta laukaistuna vaatii pommikonekaluston tuomisen vihollisen hävittäjäosastojen vaikutuspiiriin. Matalammalla lentoradalla ohjuksen maksimilaukaisuetäisyys on arvioitu olevan 200–250 km, jolloin sen käytettävyys laskee edelleen.

2.2.KH-15 (AS-16 KICKBACK)

Yleistä

Kh-15 on Moskovalaisen Raduga NPO asetehtaan suunnittelema ja valmistama ylitääninopeudella lentävä risteilyohjus. Kh-15 suunniteltiin korvaamaan pommikoneissa käytetty vanhempi ja suurempi Kh-22 ohjus. Ohjuksesta suunniteltiin aluksi pelkkä meritorjuntaversio. Ohjuksen rakenne teki siitä kuitenkin sopivan myös muihin rooleihin, joten siitä suunniteltiin ja valmistettiin myös ydinkärjellä ja konventionaalisella latauksella varustetut ilmasta maahan – versiot sekä säteilyyn hakeutuva versio. Ohjus suunniteltiin 1970-luvulla. Ydinkärjellä varustettu versio astui palvelukseen vuonna 1980. Muut versiot otettiin käyttöön myöhemmin 1980-luvulla. Kh-15 suunniteltiin lentämään jopa 5.0 Machin nopeudella 39 km:n korkeudessa. Ohjus voidaan asentaa Tu-95MS, Tu-160 ja Tu-22M3 koneisiin. Ohjukselle suunniteltu suuri nopeus vaati käytettäville materiaaleille erityisiä vaatimuksia. Käytettävillä materiaaleilla tuli olla hyvä lämmönsietokyky. Ohjuksen rakenteessa on käytetty titaania, ja teräs-molybdeeniseoksia. Ohjuksen pinnassa on myös käytetty tutkasäteilyä vaimentavia materiaaleja, jolloin ohjuksen RCS on saatu pienemmäksi.[14]

Pituus:	4,78 m
Halkaisija:	0,46 m
Paino:	1100 kg (Kh-15/Kh-15P), 1200 kg (Kh-15S)
Hyötykuorma:	150 kg
Taistelulataus:	350 kT ydinlataus (Kh-15), 150 HE paine (Kh-15P), HE SAP (Kh-15S)
Ohjautus:	inertia (Kh-15), inertia ja passiivinen tutka (Kh-15P) inertia ja aktiivinen tutka (Kh-15S)
Voimalaite:	rakettimoottori kiinteällä ajoaineella
Kantama:	150 km
CEP:	ei tiedossa

Taulukko 2: Kh-15 ominaisuudet[14]



Kuva 2: Kh-15[31]

Voimalaite

Kh-15 ohjuksen moottori on kiinteällä ajoaineella toimiva rakettimoottori.[14]

Taistelulataus

Kh-15 LACM -version taistelulataus voi olla joko 350 kT:n ydinlataus tai 150 kg:n konventionaalinen lataus.[14]

Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät

Kh-15 ohjautus perustuu inertiaohjaukseen. Ohjuksessa on myös aktiivinen tutka lennon loppuvaiheen maaliin hakeutumiseen. Kh-15S ASHM-versiossa tutkan kantama suureen laivamaalin on ilmoitettu olevan 40 km. Kh-15P versiossa on passiivinen säteilyyn hakeutuva hakupää.[14]

Kh-15 ohjus voidaan laukaista korkealle tai matalalle lentoradalle. Korkealla lentoradalla ohjus kiihdyttää 5.0 Machin nopeudelle nousten ballistiselle lentoradalle noin 40 km:n korkeuteen. Matalalla lentoradalla ohjuksen korkeus voi olla minimissään 30 m nopeuden ollessa maksimissaan 2.0 Machia. Ohjuksen minimilaukaisukorkeus on 300 m ja maksimilaukaisukorkeus on 22 km. On myös raportoitu, että Kh-15 ohjukseseen on asennettu lisäsiipiä, jolloin maksimilaukaisuetäisyys voisi olla jopa 250 km.[14]

Johtopäätökset

Kh-15 ohjuksen vahvuus on sen nopeus. Se on yksi nopeimmista maailmassa valmistetuista risteilyohjuksista.

Heikkoutena ohjuksessa on sen suunnistus ja ohjautusjärjestelmät. Inertiasuunnistusjärjestelmää ei ohjuksessa päivitetä Glonass/GPS -järjestelmällä, eikä siinä ole TERCOM/DSMAC kaltaisia suunnistusjärjestelmiä. Hyvälaatuisenkin INS-järjestelmään voi tulla 650 m:n paikakvirhe tunnissa[33]. Tästä ei ole haittaa ydinkärkeä käytettäessä, mutta konventionaalisella kärjellä varustetulla ohjuksessa ei ole tällöin täsmäiskukykyä maakohteisiin.

2.3.KH-55 (AS-15 KENT)

Yleistä

Kh-55 on Raduga NPO:n suunnittelema ja valmistama ydinkärjellä varustettu strateginen aliaänenopeudella lentävä risteilyohjus. Ohjuksen suunnittelu aloitettiin vuonna 1971. Koelennot aloitettiin vuonna 1976 ja ohjus otettiin operatiiviseen käyttöön vuonna 1984. Modernimpi Kh-55SM otettiin operatiiviseen käyttöön vuonna 1987. Kh-55SM versiossa on muun muassa pidempi kantama suurempien polttoainesäiliöiden vuoksi. Ohjuksesta on valmistettu myös konventionaalisella taistelulatauksella varustettu Kh-555 versio, jossa on suuremmat polttoainesäiliöt ja suorituskykyisemmät avioniikkajärjestelmät. Kh-55 voidaan asentaa Tu-95MS ja Tu-142M koneisiin. Kh-55SM ja Kh-555 ohjuksia voidaan asentaa Tu-160 koneeseen. Myös Tu-22M3 koneella on lennetty koelentoja varustettuna Kh-55SM ohjuksella.[16]

Pituus:	6.04 m (7.1 m kiihdytysmoottorilla varustettuna)
Halkaisija:	0.514 m, 0,77 m (KH-55SM)
Paino:	1210kg, 1500 kg (KH-55SM)
Hyötykuorma:	yksi 410 kg taistelulataus
Taistelulataus:	200–250 kT ydinkärki
Ohjautus:	inertia maastonseurannalla
Voimalaite:	suihkumoottori
Kantama:	2500 km, 3000 km (Kh-55SM)
CEP:	25 m

Taulukko 3: Kh-55/55SM ominaisuudet[16]



Kuva 3: Kh-55[22]



Kuva 4: Kh-55SM. Ohjuksen sivuilla näkyvät polttoainesäiliöt[2]

Pituus:	6.04 m (7.1 m kiihdytysmoottorilla varustettuna)
Halkaisija:	0,77 m
Paino:	1600 kg (1800 kg ulkoisella kiihdytysmoottorilla)
Hyötykuorma:	yksi 400 kg taistelulataus
Taistelulataus:	HE tai tytärarmus
Ohjautus:	inertia maastonseurannalla, GPS/Glonass
Voimalaite:	suihkumoottori
Kantama:	3500 km
CEP:	ei tiedossa

Taulukko 4: Kh-555 ominaisuudet

Voimalaite

Kh-55 ohjuksen voimalaitteena käytetään Sojuz R95-300 suihkumoottoria. Moottorin työntövoimaksi on ilmoitettu 3900 N. Kun ohjus on ripustettuna lavettiin, on moottori kääntyneenä lyhyen varren päässä ohjuksen sisällä. Kun ohjus irtoaa lavetista, kääntyy moottori ohjuksen alapuolelle. Ohjuksen lentonopeus on 0,5-0,8 Machia 40-110 m:n lentokorkeudella. Ohjus voidaan laukaista 200 -12 000 m:n korkeudelta. Kh-55 ohjukseen voidaan asentaa kiihdytinmoottori sen takaosaan matalalta laukaisua varten.[16]

Kh-55SM:n ensimmäisten valmistettujen ohjusten voimalaitteena käytettiin samaa R95-300 suihkumoottoria kuin Kh-55 ohjuksessa. Myöhemmin ohjuksiin on vaihdettu NPO Saturn:in valmistama 36MT suihkumoottori. 36MT:n maksimi työntövoima on 4400 N ja se painaa noin 100 kg. Myös Kh-55SM ohjukseen voidaan asentaa kiihdytinmoottori. Kh-55SM ohjuksessa on suuremmat polttoainesäiliöt, jotka näkyvät ulokkeina ohjuksen sivuilla. Uudemmallalla moottorilla ja suuremmilla polttoainesäiliöillä ohjuksen kantama on kasvanut 2500 km:stä 3000 km:iin. Kh-555 ohjuksessa käytetään samaa moottoria kuin Kh-55SM ohjuksessa. Siinä on kuitenkin yhä suuremmat polttoainesäiliöt, jolloin kantama on saatu kasvatettua 3500 kilometriin.[16]

Taistelulataus

Kh-55 ja Kh-55SM ohjusten maksimihyötykuorma on 410 kg. Ohjuksiin voidaan asentaa 200 kT-250 kT:n ydinkärki. Kh-555 maksimihyötykuorma on 400 kg. Siihen voidaan asentaa HE, tunkeutuva HE tai tytärarmuksin varustettu taistelulataus.[16]

Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät

Kh-55/55SM ohjukset on varustettu inertiasuunnistusjärjestelmällä. Ohjuksissa on myös radiokorkeusmittari TERCOM- järjestelmää varten sekä IR- ja visuaalikamerat DSMAC- järjestelmää varten. Järjestelmiä käytetään INS:n päivittämiseen sekä ohjuksen lennon terminaalivaiheessa kohteeseen hakeutumiseksi.[16]

Kh-555 ohjuksessa on uudemmat suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät kuin ydinkärjellä varustetuissa versioissa. Konventionaalista taistelulatausta käytettäessä tarkkuusvaade on suurempi. Ohjuksessa on elektro-optinen maastonseuranta- ja vertailujärjestelmä, jota voidaan avustaa INS/GPS/Glonass-järjestelmillä. EO-järjestelmä kuvaa alla olevaa maastoa ja vertailee sitä ohjukseen ennalta tallennettuihin maastokuvaan. Ohjuksen CEP:iä ei ole ilmoitettu, mutta siinä on sama hakeutumisjärjestelmä kuin Kh-59MK2 ohjuksessa, jonka CEP:ksi on ilmoitettu 3-5 metriä[4]. Kh-55MK2 ohjus on käsitelty tutkimuksessa myöhemmin. Myös Kh-55/55SM ohjusten avioniikkaa on päivitetty Kh-555 tasoiseksi.[16]

Johtopäätökset

Kh-55 ohjusten kantama on kasvanut modernisointien myötä. Myös Kh-555 ohjuksen suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät ovat moderneja ja suorituskykyisiä. EO-sensoreihin perustuvaa järjestelmää ei kyetä häiritsemään ja ohjus kykenee hakeutumaan itsenäisesti kohteeseen. Järjestelmän tehokas käyttö edellyttää kuitenkin toimivaa tiedustelu- ja tehtävänvalmistelujärjestelmää sillä ohjuksen reitiltä ja kohteesta tarvitaan ajantasaiset ilma- tai satelliittikuvat.

2.4.KH-101/102

Yleistä

Kh-101/102 on NPO Raduga:n suunnittelema ja valmistama risteilyohjus. Ohjus suunniteltiin korvaamaan Kh-55 perheen ohjukset. Ohjuksen suunnittelu alkoi 1990-luvulla. Ensimmäiset koelennot suoritettiin vuonna 1998. Kh-101 on varustettu konventionaalisella taistelulatauksella ja Kh-102 ydinkärjellä. Tu-160 kone voi kantaa 12 kappaletta Kh-101/102 ohjuksia kahdessa sisäisessä rumpulaukaisulaitteessa. Tu-95MS koneen sisäiset ohjusripustimet ovat suunniteltu Kh-55 ohjuksille, joten Kh-101/102 ohjus ei mahdu koneen sisäisiin laukaisulaitteisiin. Tu-95MS koneeseen voidaan asentaa 8 kappaletta Kh-101/102 ohjusta ulkoisiin ripustimiin. On oletettavaa, että kahdeksan ohjusta ulkoripustimissa pudottavat Tu-95MS maksimitoimintamatka huomattavasti johtuen ilmanvastuksen lisääntymisestä.

Kh-101/102 on ulkomuodoltaan samankaltainen Kh-55 ohjuksen kanssa. Ohjus on kuitenkin suurempi ja siinä on kaksi siipeä keskirungossa, jotka ovat kuljetuksen aikana kääntyneenä ohjuksen rungon sisään. Ohjuksen rakenteessa on käytetty runsaasti komposiittimateriaaleja.[13]

Pituus:	7,45 m
Halkaisija:	0,51 m
Paino:	2300 kg
Hyötykuorma:	yksi 400 kg taistelulataus
Taistelulataus:	HE paine/sirpale, tunkeuma, tytärammus (Kh-101) 250 kT ydinkärki (Kh-102)
Ohjautus:	Inertia, Glonass ja TERCOM, TV/IIR
Voimalaite:	suihkumoottori
Kantama:	2500-2800 km (10 000 km Venäläinen media)
CEP:	10-20 m

Taulukko 5: Kh-101/102 ominaisuudet[13]



Kuva 5: Kh-101 ohjuksia Tu-95MS:n ulkoisissa ripustimissa. Ohjusten alapuolella näkyvät kuljetuksen ajaksi rungonmukaisiksi taittuneet siivekkeet[23]

Voimalaite

Voimalaitteena ohjuksessa käytetään samaa Saturn 36MT moottoria kuin Kh-55SM/555 ohjuksissa. Moottori on sijoitettuna ohjuksen sisälle ja sen ilmanottoaukko on takarungon yläpuolella. Ohjus lentää reittivaiheen 15 km:n korkeudella nopeudella 0.75 Mach. Ohjus laskeutuu loppuhakeutumista varten 30 – 70 m:n korkeuteen. Myös low-low lentoprofiili on mahdollinen. Tällöin ohjuksen maksimikantama lyhenee oleellisesti. Ohjuksen maksimikantamaksi on ilmoitettu 2500 -2800 km. Myös paljon suurempia kantamia on ilmoitettu epävirallisista lähteistä, Venäläisessä lehdistössä ilmoitettiin ohjuksen kantamaksi jopa 10 000 km.[13]

Taistelulataus

Kh-101 ohjuksen hyötykuormana on yksi 400 kg:n taistelulataus. Lataus voi olla HE paine/sirpale, tunkeutuva tai tytärammus tyyppinen. Kh-102 on varustettu yhdellä 250 kT:n ydinkärjellä.[13]

Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät

Ohjuksen reittivaiheen suunnituksesta vastaa inertiasuunnistusjärjestelmä, jota päivitetään Glonass- ja TERCOM-järjestelmillä. Terminaalivaiheessa ohjus käyttää TV/IIR järjestelmiä kuvanvertailuperiaatteella, jolloin CEP on parhaimmillaan 10-20 m.[13] TV/IIR järjestelmien etuna on hyvä häirinnänsieto. Huonona puolena on vaatimus kohdekuvista.

Johtopäätökset

Kh-101/102 ohjukset tulevat Venäjän Kaukotoimintailmavoimien käyttöön vuonna 2013. Ohjuksissa on nykyaikaiset suunnistus- ja maaliin hakeutumisjärjestelmät. Ohjusten kantama on arvioitu olevan aikaisempia ohjuksia huomattavasti suurempi. Venäläisessä lehdistössä ilmoitettu 10 000 km kuulostaa yliampuvalta. Vaikka ohjuksen ilmoitettu halkaisija on pienempi kuin KH-555:ssa on se noin 1,4 m pidempi. Myös painoa Kh-101/102 ohjuksella on 700 kg Kh-555 ohjusta enemmän. Hyötykuormaa ohjukset kantavat saman verran, joten voidaan olettaa, että lisäpaino on polttoainetta. Nämä tosiasiat tukevat Kh-101/102 ohjuksen huomattavasti Kh-555:sta pidempää kantamaa.

2.5.KH-59MK/MK2

Yleistä

Kh-59MK ohjukset ovat Raduga NPO:n valmistamia taktisia kauaskantoisia ohjuksia. Ohjukset perustuvat vanhempaan ja kantamaltaan huomattavasti vaatimattomampaan Kh-59 (AS-18 Kazoo) ohjukseen. Kh-59MK on ASHM-ohjus ja Kh-59MK2 on LACM-ohjus. Ohjukset suunniteltiin alun perin Kiinan ja Intian vientimarkkinoille. Kh-59MK on operatiivisessa käytössä ainakin Su-30MK2 kalustolla Kiinassa. Kh-59MK on integroitu myös modifioituihin Su-24 koneisiin sekä koelennetty Su-34 kalustolla. KH-59MK2 ohjusta on esitelty muun muassa MAKS 2009 ilmailunäyttelyssä yhdessä Intialaisen MiG-29K tukialushävittäjän kanssa.[17] [18]

Pituus:	5,7 m
Halkaisija:	0,38 m
Paino:	900 kg
Taistelulataus:	320 kg HE / SAP tai 283 kg sirote
Ohjautus:	inertia ja aktiivinen tutka (Kh-59MK), inertia, GPS/Glonass, maastonvertailu (Kh-59MK2)
Voimalaite:	suihkumoottori
Kantama:	285 km
CEP:	3-5 m

Taulukko 6: Kh-59MK/MK2 ominaisuudet[17][18]



Kuva 6: Kh-59MK2 Intialaisen MiG-29K tukialushävittäjän edustalla[3]



Kuva 7: Kh-59MK2 ohjuksen EO-sensorit ohjuksen etuosan alapuolella[18]

Voimalaite

Voimalaitteena molemmissa ohjuksissa käytetään Saturn 36MT suihkumoottoria. Osaltaan uusi, pienempi moottori mahdollistaa ohjuksen pitkän kantaman, koska ohjukseen mahtuu aiempaa enemmän polttoainetta. Ohjuksen kantamaksi on ilmoitettu 285 km noin 0.8 Machin nopeudella. Todellinen kantama voi olla suurempikin. Ohjusten vientiä rajoittava MTCR (The Missile Technology Control Regime) rajoittaa yli 300 km:n kantaman ohjusten myyntiä. Myynnin helpottamiseksi ohjuksen maksimi kantama voi olla ilmoitettu juuri alle 300 km.[17][18][24]

Taistelulataus

Kh-59MK ohjuksessa on panssaria läpäisevä 320 kg:n SAP-taistelulataus laivamaaleja varten. Kh-59MK2 ohjuksessa voi olla 320 kg:n tunkeutuva lataus tai 283 kg:n lataus, joka voi sisältää ”heitteitä”. Näillä lähteissä mainituilla heitteillä tarkoitetaan ilmeisesti jonkun tyyppisiä tytärammuksia.[17][18]

Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät

Kh-59MK ohjuksessa on inertiasuunnistusjärjestelmä sekä ARGS-59 aktiivinen tutka loppuhakeutumista varten. Kh-59MK:n kantamaksi on ilmoitettu 285 km tutkapaokkipinta-alaltaan vähintään 300m²:n laivamaaleja vastaan. Kantama alenee pienempiin maaleihin aina 145 km:iin.[17]

Kh-59MK2 ohjuksen pääsuunnistus- ja maaliin hakeutumisjärjestelmänä on uusi elektrooptinen maastontunnistus ja -vertailujärjestelmä. Järjestelmää tuetaan INS/GPS/Glonass järjestelmillä. Ohjuksen EO-järjestelmässä on kolme sensoria ohjuksen etuosassa, joilla muodostetaan kuvaa alla olevasta maastosta. Kuvaa verrataan ohjukseen ennalta ladattuihin maastotietokantoihin. Järjestelmän mainostetaan kykenevän operoimaan kaikissa sää ja valaistusolosuhteissa, päivällä ja yöllä itsenäisesti. Ohjuksessa on myös radiokorkeusmittari. Ohjuksen lentokorkeus voi alimmillaan olla 50 m. Tyypillinen ohjuksen lentokorkeus on 300 m.[18]

Johtopäätökset

Kh-59MK/MK2 ohjukset ovat moderneja ja suorituskykyisiä ohjuksia. Taloudellisella moottorilla varustettuna niillä on pitkä kantama. Myös ohjuksen paino on siedettävä, joten sitä voidaan luontevasti käyttää myös hävittäjä-kokoluokan aselaveteista.

Kh-59MK2 ohjuksen EO-järjestelmä, jota tuetaan muilla järjestelmillä vaikuttaa suorituskykyiseltä. Se tarvitsee kuitenkin maastotiedot koko reitiltä sekä tiedustelukuvat itse kohteelta. Ohjuksen tehokas käyttö asettaa vaatimuksia tiedustelu- ja tehtävänsuunnittelujärjestelmille.

2.6.CLUB-A (SS-N-27/30 SIZZLER)

Yleistä

Club-A on Novatorin suunnittelema risteilyohjus. Ohjus perustuu alun perin laivasta (Club-N) ja sukellusveneestä (Club-S) ammuttaviin risteilyohjuksiin. Vuonna 2007 Novator julkaisi yhdessä maalta ammuttavan Club-M järjestelmän kanssa malleja Club-A ohjuksesta. Ohjus oli suunniteltu vientimarkkinoille yhdessä MiG-29/35 ja Sukhoi-35 hävittäjien kanssa. Ohjuksen 1:1 suhteen malleja esiteltiin MAKS 2007 ilmailunäyttelyssä Moskovassa yhdessä MiG-29/35 ja Su-35 koneiden kanssa. Ohjuksen integroimisesta koneisiin ei ole julkistettu tietoja. On arvioitu, että Club-A voisi olla aseistusvaihtoehtona MiG-29K tukialushävittäjälle.[11] Intia ja Venäjä ovat käyneet neuvotteluja Club-A:n integroimisesta Intian Laivaston TU-142 koneisiin[28]. Oikeita Club-A ohjuksia ei ole kuitenkaan julkisuudessa esitelty, joten jos ohjukselle ei tule tilauksia voi se jäädä prototyypiaasteelle.

Ilmasta laukaistavasta Club-A ohjuksesta on suunniteltu kolme mallia. 3M-14AE on suihku-moottorilla varustettu aliääni LACM- ohjus, jonka maksimi kantama on 300 km. Se on suunniteltu tunkeutumaan matalalla vihollisen ilmatilaan ja tuhoamaan kiinteitä kohteita. 3M-54AE ja 3M-54AE1 ovat ASHM-ohjuksia. 3M-54AE1 on kuten 3M14AE, mutta se on optimoitu tuhoamaan laivamaaleja. 3M-54AE poikkeaa kahdesta edellisestä, sillä siinä on kaksivaiheinen moottori. Ensivaiheen moottorin avulla ohjus lentää reittivaiheen aliääninopeudella. Lähellä kohdetta ensivaiheen moottori irtoaa, ja toisen vaiheen rakettimoottori käynnistyy. Rakettimoottorin avulla ohjus kiihdyttää yli 2.0 Machin nopeudelle loppuhakeutumista varten.[11]

	3M-14AE	3M-54AE1	3M-54AE
Pituus:	6.2 m	6.2 m	7.9 m
Halkaisija:	0, 578 m	0, 578 m	0, 578 m
Paino:	1400 kg	1400 kg	1950 kg
Hyötykuorma:	450 kg	450 kg	200 kg
Taistelulataus:	INS/GPS, tutka	INS/GPS, tutka	INS/GPS, tutka
Ohjautus:	Suihkumoottori	Suihkumoottori	Suihku/rakettimoottori
Voimalaite:	300 km	300 km	300 km
CEP:	ei tiedossa	ei tiedossa	ei tiedossa

Taulukko 7: Club-A ohjuksille ilmoitetut ominaisuudet[11]



Kuva 8: 3M-54AE ohjuksen malli[27]

Voimalaite

Ohjuksessa on Saturn 37-01E suihkumoottori. Ohjuksen maksimi lentonopeus on 0.8 Machia. 3M-54AE ohjuksessa on suihkumoottorin lisäksi rakettimoottori, jonka avulla ohjus kiihdyttää yli 2.0 Machin nopeuteen loppuhakeutumista varten.[11]

Taistelulataus

3M-14AE ohjuksessa on 450 kg HE taistelulataus. 34M-54AE1 ohjuksessa on 400 kg:n panssaria läpäisevä lataus. 3M54AE ohjuksessa on 200 kg:n lataus.[11]

Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät

Ohjuksessa on inertiasuunnistusjärjestelmä, jota päivitetään satelliittinavigointijärjestelmällä. Suunnistusjärjestelmään voidaan ohjelmoida 15 reittipistettä. Ohjuksen terminaalivaiheen hakeutumista varten ohjuksessa on MMS ARGS-14AE aktiivinen tutka. Maakohteita vastaan tutka voi käyttää ennalta tallennettua SAR-kuvaa kohteen tunnistamiseksi. Laivoja vastaan ohjus nousee ylemmäksi ja avaa tutkansa havaitakseen kohteen ennen merenpintaa pitkin suoritettua terminaalivaihetta.[11]

Johtopäätökset

Teknisten tietojen mukaan Club-A olisi suorituskykyinen ohjus. Siinä on nykyaikaiset maaliin hakeutumisjärjestelmät. Pieni RCS ja 3M-54AE-version yläääniloppuhakeutuminen tuottavat sen torjumiselle haasteita. Club-A:n tiedot perustuvat Novatorin julkaisemiin tietoihin. Ohjuksien integroimisesta aselavetteihin ei ole saatu vahvistettua tietoa. Julkisuudessa on esitelty ainoastaan ohjusten malleja, mutta ei oikeita ohjuksia. Malleja on esitelty asevaihtoehdoiksi Su-34 ja Su-35 koneisiin. Pinta-aluksista ja sukellusveneistä ammuttavia versioita on myyty ulkomaille, muun muassa Intiaan ja Kiinaan. Intian kanssa on käyty neuvotteluita ohjuksen integroimiseksi Intian Laivaston Tu-142 koneisiin.

Ohjuksen tuotannon ongelmana voi olla, että se kilpailee Brahmos:en kanssa samalla alueella. Tosin huomattavasti kevyempi Club-A olisi luultavasti helpommin integroitavissa hävittäjä kokoluokan koneisiin, koska se on huomattavasti Brahmos:ta kevyempi.

2.7.BRAHMOS PJ-10

Yleistä

Vuonna 1998 Intialainen DRDO ja venäläinen NPO Mashinostronia muodostivat yhdessä yrityksen, jonka nimeksi annettiin Brahmos Aerospace. Yritys suunnittelee ja valmistaa Brahmos PJ-10 risteilyohjusjärjestelmää. Brahmos perustuu venäläisiin Oniks/Yakhont/Bastion-ohjusjärjestelmiin. Ohjuksesta suunniteltiin jo alun perin sekä maa-kohteisiin sekä merikohteisiin ammuttavat versiot. Ensimmäiset ohjuksen versiot olivat maa-kohteisilta laveteilta ammuttavia. Tämän jälkeen ohjuksia on suunniteltu asennettavaksi Kilo-luokan sukellusveneisiin ja pinta-aluksiin. Intialaisilla on suunnitelmissa myös asentaa Brahmos Su-30MKI koneeseen (3 ohjusta), Il-38SD koneeseen (kaksi ohjusta) ja Tu-142M koneeseen. Vuonna 2012 Intialaisista Su-30MKI koneista on suoritettu Brahmos-koeammuntoja.[12]

Pituus:	8,0 m
Halkaisija:	0,67 m
Paino:	2200- 2500 kg
Hyötykuorma:	yksi 200 kg taistelulataus
Taistelulataus:	HE SAP tai tytärammuksia
Ohjautus:	inertia tai INS/GPS ja aktiivinen/passiivinen tutka
Voimalaite:	rakettimoottori ja ramjet
Kantama:	500 km
CEP:	1-5 m

Taulukko 8: Brahmos ominaisuudet[12]



Kuva 9: Brahmos kiinnitettyä SU-30:n keskiripustimeen[7]

Voimalaite

Ohjuksen moottori on kaksivaiheinen. Kiinteäaioaineinen ensivaiheen rakettimoottori kiihdyttää ohjuksen nopeuden noin 2.0 Machiin, jonka jälkeen se irtoaa ohjuksesta. Ilmasta laukaistavaan versioon on asennettu uudempi ensivaiheen moottori, jolla ohjuksen kantamaa on kasvatettu 500 km:iin. 3D55 Ramjet-moottori käynnistyy ensivaiheen moottorin palamisvaiheen loppuvaiheessa. Ramjet-moottorin ilmanotto on ohjuksen kärjessä. Moottori käyttää nesteistä polttoainetta. Moottori mahdollistaa ohjukselle 2.8 Machin nopeuden 15 km:n korkeudessa ja 2.0 Machin nopeuden matalalla. Ohjus laskeutuu 5-15 m:n korkeuteen lennon loppuvaiheessa.[12]

Taistelulataus

Ilmasta laukaistavassa Brahmos-versiossa on oletettu olevan maasta ja mereltä laukaistavia ohjuksia pienempi taistelulataus. Lataus on 300 kg:n sijaan 200 kg. Taistelulataus voi olla HE/SAP tyyppinen. Ohjukseen voidaan ilmeisesti asentaa tarvittaessa myös ydinkärki.[12]

Suunnistus- ja hakeutumisjärjestelmät

Ohjuksessa on neljä delta siipeä ohjuksen rungon keskiosassa ja neljä pienempää delta-siipeä ohjuksen takaosassa.

ASHM -versiossa on inertiasuunnistusjärjestelmä matkalentovaiheen ohjautukseen. LACM -versiossa on INS/GPS suunnistusjärjestelmä. Terminaalivaiheen hakeutumista varten ohjuksessa on kaksitoiminen aktiivi/passiivi-tutka. Tutkan kantamaksi on ilmoitettu 30 km. Kehitteillä on myös kuvaa muodostavan hakupään (IIR) asentaminen LACM -versioon. Ohjuksen CEP on arvioitu olevan noin 1 – 5 m.[12]

Lokakuussa 2012 Brahmos ilmoitti kehittyneemmän satelliittinavigointijärjestelmän asentamisesta ilmasta laukaistavaan ohjukseseen. Järjestelmä on sama kuin venäläisissä Kh-555 ja Kh-101 ohjuksissa.[12]

Johtopäätöksiä

Brahmoksen etuna on sen suuri nopeus. Suuri lentonopeus vaikeuttaa ohjuksen torjuntaa ja lisää ohjuksen kineettistä iskuenergiaa kohteeseen. Suuri lentonopeus vähentää myös vastustajan reagointiaikaa laukaisuindikaatiosta osumaan, joten käytännössä se lisää ohjuksen todennäköisyyttä selviytyä kohteeseen.

Inertiasuunnistusjärjestelmää päivitetään GPS/Glonass -järjestelmällä ja loppuvaiheen maaliin ohjausta varten ohjuksessa on aktiivi/passiivitutka. Näiltä osin ohjuksella päästään riittävään tarkkuuteen myös pistemäisiin maamaaleihin iskettäessä. IIR-hakupään lisääminen ohjukseseen lisää sen häirinnäsietokykyä.

Brahmos on operatiivisessa käytössä Intian asevoimilla. Venäjän asevoimissa ohjusta ei ole kuitenkaan otettu käyttöön. Suunnitelmia on ohjuksen asentamisesta Venäjän Merivoimien pinta-aluksiin. Ohjus on integroitu venäläisvalmisteiseen Su-30MKI monitoimihävittäjään, joten on oletettavaa, että se olisi helposti käyttöönotettavissa myös Venäjän Ilmavoimissa.

3. VENÄLÄISTEN KAUASKANTOISTEN OHJUSTEN ASELAVET- TIEN NYKYTILA JA KEHITYSNÄKYMÄT

3.1.Pommikoneet

Pommikonekalusto on toiminut perinteisesti Venäjällä kauaskantoisten aseiden laukaisualustoina. Pommikonekalusto ja ydinkärjillä varustetut risteilyohjukset ovat nykyisinkin osa Venäjän ydinasepelotetta. Ilmasta laukaistavat, ydinkärjillä varustetut, risteilyohjukset täydentävät maasta ja mereltä laukaistavia ydinohjuksia ydinasepelotteen muodostumisessa. Pommikoneista laukaistavista risteilyohjuksista on toki valmistettu myös konventionaalisilla latauksilla varustettuja versioita. Esimerkkinä on mm. MKB Radugan valmistama Kh-101.

Venäjällä on kolmen tyyppisiä pommikoneita operatiivisessa käytössä; Tu-95, Tu-160 ja Tu-22M. Kaikki kolme konetyyppiä ovat vanhoja, joihin on suoritettu ja suoritetaan modifiointia, joilla pyritään parantamaan niiden suorituskykyjä. Kaikki kolme pommikonetyyppiä ovat tarkoituksena pitää operatiivisessa käytössä siihen saakka kunnes uusi pommikonetyyppi saadaan käyttöön[25]. Uuden pommikonetyypin, PAK DA:n, suunnittelu on aloitettu vuonna 2012. Optimististen arvioiden mukaan kone olisi käytössä 2020-luvulla. Oletettavaa kuitenkin on, että Venäjän Kaukotoimintailmavoimat joutuvat pärjäämään ainakin 2030-luvulle nykyisellä kalustolla.

Vuonna 2007 Venäjä aloitti 15 vuoden tauon jälkeen partiolennot strategisilla pommikoneillaan ympäri maailmaa. Tu-160 ja Tu-95MS koneet ovat suorittaneet tämän jälkeen aktiivisesti partiolentoja Atlantille, Tyynelle Valtamerelle ja Pohjoisnavan alueelle.[20] Lennoilla Venäjä pyrkinee osoittamaan suurvalta-asemaansa. Lennot ovat myös osoitus siitä, että Venäjällä on kyky maailmanlaajuiseen asevaikutukseen ilmasta laukaistavin risteilyohjuksin. Ohjukset voivat olla varustettu joko ydin- tai konventionaalisin taistelulatauksin.

Tu-95MS

Venäjän Tupolev Tu-95MS kalusto on sijoitettuna Engelsin ja Ukrainkan tukikohtiin. Koneita on Venäjällä käytössä arviolta 58 kpl.[34]. Nykyisin käytössä olevat Tu-95MS versiot ovat suunniteltu ja rakennettu Tu-142 rungon pohjalle. Koneeseen suunniteltiin aikaisemmista Tu-95 koneista poiketen uusi runko, laskutelineet sekä SHP NK-12MP moottorit. Koneessa on myös Gsh-23 tykit koneen takaosassa. Venäjällä käytössä olevat koneet on rakennettu 1980-1990 luvuilla. Tu-95MS suunniteltiin kuljettamaan Kh-55 risteilyohjuksia. Tu-95MS6 version pommikuiluun on asennettu SRPE MKU-6-5 rumputyyppinen laukaisulaite. Laukaisulaitteeseen mahtuu kuusi Kh-55 risteilyohjusta. Edelleen kehitettyyn TU-95MS16 versioon voidaan asentaa lisäksi kymmenen Kh-55 ohjusta ulkoisiin siipiripustimiin.[10]

Tu-95MS:llä on edelleenkin strateginen rooli osana Venäjän ydinasetriadia. Lokakuussa 2008 suoritettiin Tu-95MS koneesta Kh-55 ohjuksen laukaisu ensimmäisen kerran sitten vuoden 1984.[26]

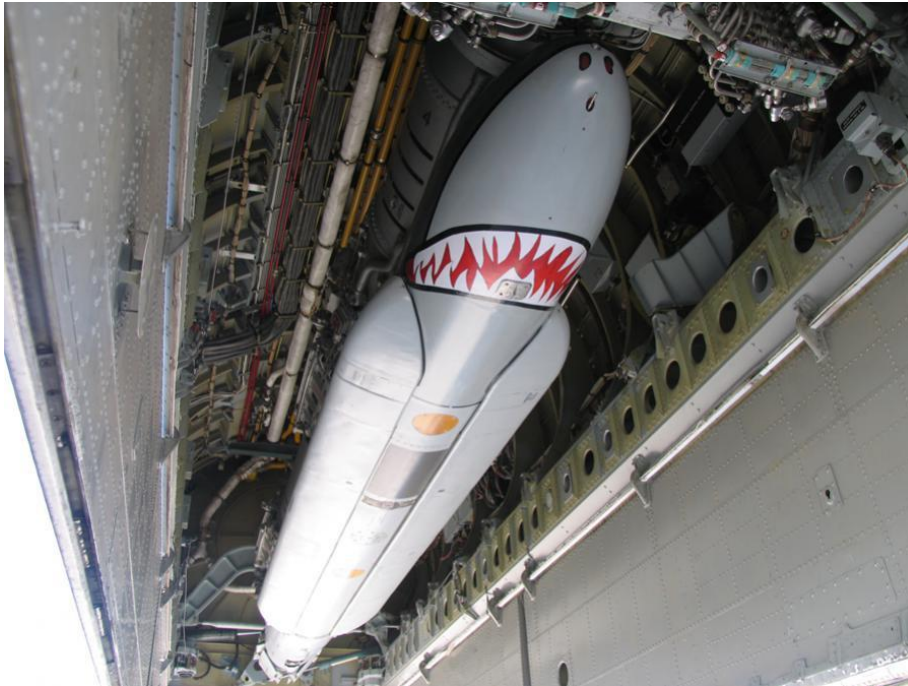


Kuva 10: Kh-55 ohjuksia Tu-95MS koneen MKU-5-6 laukaisimessa[30]

Tu-160

Venäjällä käytössä olevat Tu-160 strategiset pommikoneet tukeutuvat Engelsin tukikohtaan. Koneita on Venäjällä käytössä noin 15 kappaletta. Nykyisin käytössä olevat koneet on rakennettu ennen vuotta 1992. Venäjällä on ollut suunnitelmia Tu-160 uustuotannosta. Vuoteen 2012 mennessä tuotantoa ei ole kuitenkaan aloitettu.[19] Vuonna 2002 päätettiin 15 Tu-160 koneen modernisoinnista. Modernisoinnilla koneiden elinikä on tarkoituksena ulottaa vuoteen 2030 asti. Kaksivaiheisen modernisoinnin ensimmäinen vaihe lisää koneisiin muun muassa kyvyn käyttää konventionaalisella latauksella varustettuja risteilyohjuksia. Modernisoinnin toinen vaihe sisältää päivityksiä avioniikkaan, ase- ja EW-järjestelmiin. Tu-160 kalustoa modernisoidaan yhdessä Tu-22M3 ja Tu-95MS kalustojen kanssa. Ensimmäinen modernisoitu kone luovutettiin käyttöön vuonna 2002.[19]

Tu-160 koneen alapuolella on kaksi pommikuilua. Kumpaankin pommikuiluun voidaan asentaa MKU-6-5U rumputyyppinen laukaisulaite. Laukaisulaitteisiin voidaan asentaa kuudesta kahteentoista Kh-55 risteilyohjusta tai 12 – 24 kappaletta Kh-15 ohjusta. Modernisoituihin koneisiin voidaan asentaa myös konventionaalisella taistelukärjellä varustettu Kh-555 risteilyohjus. Koneisiin luultavasti voidaan myös asentaa 12 kappaletta konventionaalisella taistelulatauksella varustettua Kh-101 risteilyohjusta.[19]



Kuva 11: Kh-55MS ohjus Tu-160 koneen MKU-6-5 laukaisimessa[21]

Tu-22M3

Tu-22M3 kalusto on sijoitettuna Venäjällä Irkutskin, Shaikovkan, Ryazanin ja Olenogorskin tukikohtiin.[34] Käytössä oleva kalusto on valmistettu ennen vuotta 1993. Tu-22M3 suunniteltiin lavetiksi kolmelle Kh-22 risteilyohjukselle. Ohjuksesta on eri kolme eri versiota; säteilynhakeutuva-, ydinkärjellä varustettu sekä meritorjuntaversio. Kh-22 ohjukset kiinnitetään koneen ulkopuolisiin ripustimiin. Yksi ohjus voidaan kiinnittää BD-45F adapterilla keskiriipustimeen ja kaksi muuta ohjusta BD-45K adaptereilla siiven ulkoripustimiin. Tu-22M3 koneen perusvarustuksena on yksi Kh-22. Kolmella Kh-22 ohjuksella koneen toimintasäde pienenee oleellisesti.[15]

Tu-22M3 koneen pommikuiluun voidaan asentaa myös MKU-sarjan rumputyyppinen laukaisulaite johon mahtuu kuusi Kh-15 risteilyohjusta. Koneeseen voidaan asentaa myös neljä ohjusta siiven ulko- ja sisäripustimiin. Kone voi kantaa yhteensä kymmenen Kh-15 ohjusta.[6]



Kuva 12: Kh-22 ohjuksia Tu-26M3 koneen keski- ja siipiripustimessa[32]

3.2. Hävittäjät ja monitoimihävittäjät

Suuret pommikoneet ovat perinteisesti olleet laukaisualustoina risteilyohjuksille. Kuitenkin viimevuosina on suuntauksena Venäjällä ollut myös hävittäjä kokoluokan koneiden aseistaminen kauaskantoisin asein. Su-33 tukialushävittäjää, jonka keskiripustimeen oli kiinnitetty Kh-41meritorjuntaohjus, esiteltiin 1990-luvulla ilmailunäyttelyssä. Kh-41 ohjusta ei ole kuitenkaan tietävästi laukaistu Su-33 koneesta. Venäjän ilmavoimien Su-34 ja Su-35 kalustojen asevaihtoehdoiksi on suunniteltu myös kauaskantoisia risteilyohjuksia. Asiantuntija-arvioiden mukaan myös Kh-101 ohjus voidaan integroida Su-34 monitoimihävittäjään[13].

Osa suunnitelmista on ollut selkeästi markkinointikeino hävittäjien myymiseksi monitoimikoneina. Intian Ilmavoimien Su-30MKI koneisiin on kuitenkin integroitu Brahmos, joten estettä sille, että vastaava ohjus tulisi myös Venäjän asevoimien hävittäjien ja monitoimihävittäjien asearsenaaliin ei ole. Kyseenalaista tietenkin on, onko Venäjällä tarve aseistaa hävittäjäluokan koneita risteilyohjuksin, sillä saman asian voi hoitaa pommikonekalustolla. Myös ohjusten paino vaikeuttaa risteilyohjusten käyttöä kevyemmällä koneilla. Ohjuksia ei voida välttämättä kantaa kuin yksi kerrallaan keskiripustimessa. Myös laskeutuminen painavan ohjuksen kanssa voi olla haasteellista.

4. VENÄLÄISTEN ILMASTA LAUKAISTAVIEN KAUASKANTOISTEN OHJUSTEN KEHITYSNÄKYMÄT

4.1. Yleistä

Venäläiset asevalmistajat panostavat voimakkaasti kauaskantoisten aseiden kehittämiseen. Ilmasta laukaistavat kauaskantoiset ydinohjukset ovat tärkeä osa Venäjän ydinasepelotetta. Ohjuksia on valtion taloudellisen tilanteen kohentumisen myötä kehitetty edelleen ja suorituskykyinen Kh-101/102 ohjus astunee palvelukseen vuonna 2013. Vanhemmat ilmasta laukaistavat strategiset risteilyohjukset olivat epätarkkoja, koska niiden suunnistusjärjestelmänä käytettiin pääsääntöisesti inertianavigointia. Ydinkärkeä käytettäessä CEP-vaade ei ole iso. Konventionaalaisella latauksella tarkkuus tulee kuitenkin olla hyvä, jotta kohteeseen saadaan haluttu vaikutus. Uudemmissa ohjuksissa inertiaohjausta päivitetään Glonass-järjestelmällä ja loppuhakeutumisen apuna käytetään IIR/EO-sensoreita, jolloin CEP saadaan riittävän pieneksi. Tällöin kohteeseen voidaan saada riittävä vaikutus pelkällä konventionaalaisella taistelulatauksella.

Strategisten ohjusten lisäksi panostetaan vahvasti myös lyhyemmän kantaman ohjusten kehittämiseen. Synergiaetujen saamiseksi samoista ohjuksista on kehitetty maalta, mereltä ja ilmasta laukaistavia versioita. Ohjuksia on markkinoitu lähinnä vientiin. Aika näyttää otetaanko esimerkiksi Brahmos tai Club-A ohjuksia käyttöön myös Venäjän Ilmavoimissa esimerkiksi Su-35 ja Su-34 kalustoilla vai varustetaanko ne hieman kevyemmillä ja hitaammilla Kh-59MK sarjan ohjuksilla.

4.2. Voimalaitteet

Ohjusten voimalaitteissa on haettu taloudellisuutta käyttämällä samaa moottorityyppiä monissa ohjuksissa. Saturn MT36 on hyväksi havaittu ja luotettava moottori, jota käytetään lukuisissa venäläisvalmisteisissa ohjuksissa. Uudemmissa ohjuksissa on pyritty käyttämään rakettimoottorin ja suihkumoottorin edut yhdistämällä ne samaan ohjukseen. Tällöin voidaan taata riittävä kantama käyttämällä reittivaiheessa suihkumoottoria ja suorittamaan vihollisen omasuojan läpäisy suurella nopeudella käyttäen rakettimoottoria. Loppuvaiheen nopeudella on merkitystä ohjuksen selviytymisen kannalta. Tämän lisäksi suurella nopeudella saadaan enemmän kineettistä iskuenergiaa kohteeseen, jolloin voidaan esimerkiksi käyttää pienempiä taistelulatauksia. Brahmoksessa käytetyllä rakettimoottorin ja ramjet-moottorin yhdistelmällä mahdollistetaan yliääninopeus koko ohjuksen lennon ajaksi. Tällöin voidaan minimoida aika laukaisusta ohjuksen osumiseen.

Vuonna 2012 Venäjä ja Intia ilmoittivat suunnittelevansa Brahmoksesta hypersonisen version. Ohjuksen lentonopeus tulisi olemaan 5.0–7.0 Machia. Ohjuksen nopeus mahdollistetaan käyttämällä rakettimoottorin ja scramjet-moottorin yhdistelmää. Ohjuksen on ilmoitettu olevan valmis koeammuntoja varten vuonna 2017. Ohjuksesta on tarkoituksena kehittää maalta, mereltä ja ilmasta laukaistavat versiot. Ohjuksen on ilmoitettu tulevan sekä Intian, että Venäjän asevoimien käyttöön.[9]

Scramjet-moottorit ovat vielä tällä hetkellä kehittelyasteella. Yksi suurimpia ongelmia yli 5.0 Machin nopeudessa on lämmönhallinta. Moottori ja koko ohjus lämpenevät suurissa nopeuksissa niin paljon, että erityisten lämpöä sietävien materiaalien ja aktiivisen jäähtäytymisen käyttö on pakollista. Huomattava on, että vaikka ohjuksen rakenne kestäisikin lämpöä, täytyy myös ohjuksen elektroniikan (mm. hakupää), hydrauliiikan yms. pysyä toimintakuntoisena.[1] Mitä matalampi lentokorkeus on, sitä enemmän ilmanvastus tuottaa lämpöä. Tämän vuoksi on haasteellista suunnitella ohjus, joka kykenee lentämään hypersonisella nopeudella aina kohteeseen saakka.

4.3. Suunnistus- ja ohjautusjärjestelmät

Suunnistusjärjestelmät ovat kehittyneet vanhemmista ohjuksista paljon. Edelleenkin uudemmissa venäläisissä ohjuksissa käytetään inertiahyriin perustuvia paikannusjärjestelmiä. Niiden etuna on itsenäinen toiminta ja hyvä häirinnänsieto. Inertiahyrrät kuitenkin ryömivät ajan kuluessa, joten ohjuksen lennon aikana niiden tarkkuus huononee. TERCOM- ja DSMAC-järjestelmillä on päivitetty perinteisesti ohjuksen lennon aikana paikkatietoa. TERCOM perustuu radiokorkeusmittarin käyttöön, joten se ei sovellu esimerkiksi meren/aavikon päällä suunnistamiseen. DSMAC-järjestelmä perustuu ennalta kuvattujen kuvien vertailua ohjuksen kameran ottamiin kuviin. DSMAC:ia käytettäessä täytyy ohjuksen lentää selvästi tunnistettavien kohteiden yli. Kh-555 ja Kh-59MK2 ohjuksissa on käytetty myös uudempaa DSMAC tyyppistä EO-sensoreihin perustuvaa kuvanvertailuperiaatteella toimivaa hakeutumisjärjestelmää. Järjestelmän on mainostettu toimivan kaikissa sää- ja valaistusolosuhteissa. Glonass-satelliittipaikannusjärjestelmän tarkentumisen myötä uudemmissa ohjuksissa käytetään myös Glonassia ohjuksen paikkatiedon päivittämiseen. Satelliittipaikannusjärjestelmiä kyetään kuitenkin kohtuullisen helposti häiritsemään, joka rajoittaa niiden käyttöä loppuhakeutumisvaiheessa.

Aktiivisia tutkia käytetään myös jatkossa ohjuksen terminaalivaiheen hakeutumiseen. Tutkien erottelukyky paranee jatkossa. Novator on ilmoittanut, että Club-A ohjukseen voidaan tallentaa SAR-tutkan ottama kuva, jonka avulla tutka tunnistaa kohteen loppuhakeutumisen aikana. Tällöin sääkään ei ole este ohjuksen hakeutumiselle kohteeseen.

Loppuhakeutumista varten ohjuksiin on asennettu elektro-optisia sensoreita, jotka sietävät paremmin häirintää ja kykenevät tunnistamaan kohteen ennalta ladattujen kuvien perusteella. Matala pilvikatto tms. näköeste on haaste tällaisten hakupäiden käytölle.

Lähivuosina kehitettävissä ohjuksissa tullaan käyttämään monia eri järjestelmiä yhdessä. Perustana säilyy INS-järjestelmä, jonka paikkatietoa päivitetään Glonassilla, EO-sensoreilla ja radiokorkeusmittarilla. Tällöin kyetään mahdollisimman suurella todennäköisyydellä varmistamaan ohjuksen hakeutuminen kohteeseen häirtätekijöistä huolimatta.

Uudempien järjestelmien myötä ohjusten osumatarkkuus tulee paranemaan. On kuitenkin huomattava, että modernit järjestelmät tarvitsevat tarkat ajan tasalla olevat tiedustelukuvat kohteesta, sekä tarvittaessa myös ohjuksen hakeutumisreitiltä. Tämä asettaa vaatimuksia tehtävänvalmistelu- ja maalittamisjärjestelmille.

4.4. Ohjusten aerodynaamiset ominaisuudet

Kaikki venäläisvalmisteiset ilmasta laukaistavat kauaskantoiset aseet perustuvat voimalaitteen käyttöön. AGM-154 JSOW tyyppisiä liittopommeja ei ole kehitetty. Ohjusten aerodynaamisia ominaisuuksia on kuitenkin pyritty parantamaan ohjusten muotoiluilla ja lentosiivillä. Esimerkiksi Kh-15 ohjukseseen on modernisoinneissa asennettu lisäsiipiä, jotka lisäävät ohjuksen kantomatkaa. Uudempiin ohjuksiin, kuten Kh-555 ja Kh-101/102 on asennettu lentosiivet, jotka aukeavat ohjuksen sivuille lavetista irtoamisen jälkeen.

4.5. Taistelulataukset

Ydinlatauksilla varustetut ohjukset tulevat pysymään Venäjän asevoimien käytössä yhä jatkoskin. Myös konventionaalisia latauksia käytetään edelleen laaja-alaisesti. Risteilyohjukset ovat suhteellisen kalliita, joten niitä käytetään myös jatkossa pääsääntöisesti arvokkaisiin kohteisiin. Taistelulataukset ovat pääsääntöisesti panssaria läpäiseviä tai tunkeutuvia latauksia, joilla voidaan vaikuttaa vahvasti panssaroiuihin ja hyvin suojattuihin kiinteisiin kohteisiin. Laivamaaleja vastaan käytetään erilaisia panssaria läpäiseviä latauksia, jotta ohjus kykenee tunkeutumaan vahvasti panssaroidun aluksen pinnasta sisään tuottaakseen riittävästi tuhoa. Kiinteitä maakohteita vastaan ohjuksissa käytetään edelleen tunkeutuvia latauksia. Tytärarmuksia käytetään laaja-alaisempia huonosti suojattuja kohteita vastaan.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Neuvostoliiton aikana kauaskantoiseen vaikutuskykyyn panostettiin paljon. Neuvostoliiton hajoamisen jälkeen kehitysohjelmat pysähtyivät ja vasta 2000-luvulla, taloudellisen tilanteen parannuttua, kyettiin jatkamaan ja viemään loppuun muun muassa ilmasta laukaistavien strategisten ohjusten kehitystyötä. Parinkymmenen vuoden pysähtyneisyyden aika näkyy tällä hetkellä etenkin aselaveteissa; kalusto on vanhaa ja sitä on suhteellisen vähän. Näyttäisi siltä, että suurin pullonkaula varsinkin strategisessa kaukovaikuttamisessa ovat aselavetit, sillä uuden pommikonetyypin kehittäminen ja valmistaminen vaatii paljon aikaa. Uusimmat KH-555 ja KH-101/102 ohjukset ovat moderneja ja suorituskykyisiä ohjuksia. Julkisista lähteistä ei ole juurikaan löydettävissä ohjusten määriä, mutta oletettavaa on, että niitä valmistetaan tarvittava määrä. Venäjän asevoimien modernisoinnissa strateginen ydinasepelote on tärkeimmällä sijalla.

Taktisen tasan ilmasta laukaistavia kaukovaikutteisia ohjuksia Venäläiset asevalmistajat ovat kehittäneet lähinnä vientituotteiksi. Esimerkiksi Brahmos ja Club ohjusten ilmasta laukaistavia versioita ei ole toistaiseksi tilattu Venäjän asevoimille. Venäjällä on käytössä vielä vanhoja ohjustyyppejä kuten Kh-15 ja Kh-22. Vanhempien ohjuksien elinkaarta on pyritty pidentämään erinäisillä modernisointiohjelmilla.

Su-34 ja Su-35 käyttöönoton myötä Venäjän Ilmavoimat tarvitsee moderneja kauaskantoisia aseita. Myös Merivoimille hankittavat MiG-29K koneet tarvitsevat nykyaikaisen kauaskantoisen LACM/ASHM ohjuksen. Vaihtoehtoina uusille koneilla aseistukseksi voisivat olla esimerkiksi Club-A, Brahmos tai Kh-59MK/MK2. Näistä Brahmoksen etuna on sen nopeus. Miltei 3.0 Machin nopeudella sen lentoaika laukaisusta kohteeseen on lyhyt. Lisäksi sen torjunta on haasteellista. Huonona puolena siinä on paino. Painava ohjus rasittaa lentokoneen runkoa, ja niitä ei välttämättä kyetä kuljettamaan yhtä enempää. Myös laskeutuminen painavan ohjuksen kanssa voi olla haasteellista. Tämän vuoksi KH-59MK/MK2 sekä Club-A voisivat soveltua paremmin hävittäjien ja monitoimihävittäjien aseistukseksi.

Venäjällä on asetettu tavoitteeksi kehittää taktisen tasan hypersooninen LACM/ASHM-ohjus lähivuosina. Tällä hetkellä näyttää siltä, että kehitystyö on haasteellista. 5.0–7.0 Machin nopeudella lentävä ohjus parantaa huomattavasti ohjuksen todennäköisyyttä selviytyä kohteeseen. Indikaatiosta osumaan kestää aiempaa vähemmän aikaa. Vaikka ohjus laukaistaisiin kauempaa, jää vastatoimenpiteiden käynnistämiseksi vähemmän aikaa. Ohjuksen suuri nopeus vaikeuttaa myös sen torjuntaa.

Venäjällä on kehitetty aktiivisesti uusia ilmasta laukaistavia kaukovaikutteisia aseita. Aseiden kehittämisellä vientimarkkinoille on mahdollistettu niiden hankkiminen myös kotimaan tarpeisiin. Suuntaus jatkunee tulevaisuudessa samankaltaisena. Venäjän taloudellinen tilanne määrittää jatkossa sen, että mitä aseita ja lavetteja, sekä kuinka paljon niitä kyetään hankkimaan omiin tarpeisiin.

LÄHTEET

- [1] Andreadis, Dean. Scramjet engines enabling the seamless integration of air & space operations. *The industrial Physicist*. 2004. [Viitattu 2.1.2013]. Saatavissa : <http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=48&ved=0CGMQFjA-HOCg&url=http%3A%2F%2Fkimerius.com%2Fapp%2Fdownload%2F5784275952%2FScramjet%2Bengines%2Benabling%2Bthe%2Bseamless%2Bintegration%2Bof%2Bair%2B%2Bspace%2Boperations.pdf&ei=OwXkUNaVOMrMswbG04HwDw&usq=AFQjCNEqEe2sTxowi2demmPP3k7hLtlqRw&sig2=envcUq7MJjVsTtqjSFpU1A>
- [2] Ausairpower.net. Viitattu 11.1.2013. Saatavissa: <http://www.ausairpower.net/APA-Regional-PGM.html>
- [3] Aviationweek.com Ares blog. Posted Saatavissa : <http://www.aviationweek.com/Blogs.aspx?plckBlogId=Blog:27ec4a53-dcc8-42d0-bd3a-01329aef79a7&plckPostId=Blog:27ec4a53-dcc8-42d0-bd3a-01329aef79a7Post:a9dcbde0-f0f3-473f-95ba-e127887008da>
- [4] Butowski Piotr. Strategic strikers Russia's latest bomber upgrades. *Combat Aircraft*, 2012. Vol 13, no. 9, p. 76-83. ISSN 2041-7489.
- [5] Copp Carlo, Tupolev Tu-95 and Tu-142 Bear. 2007-2012. Viitattu 17.10.2012. Saatavissa: <http://www.ausairpower.net/APA-Bear.html>
- [6] Copp Carlo. Tupolev TU-22M3 Backfire C bomber- Missile carrier. 2007-2012. Viitattu 22.10.2012. Saatavissa: <http://www.ausairpower.net/APA-Backfire.html>
- [7] Defense-update.com. Viitattu 11.1.2013. Saatavissa: http://defense-update.com/20110209_brahmos.html
- [8] Esa Lappalainen ja Jorma Jormakka. Tekniset tutkimusmenetelmät Maanpuolustuskorkeakoulussa. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu, Tekniikan laitos, 2004. 203 s. ISBN 951-25-1540-7
- [9] <http://en.rian.ru>. Hypersonic Brahmos missile to be ready by 2017. 27.6.2012. [Viitattu 2.1.2013]. Saatavissa : http://en.rian.ru/military_news/20120627/174271289.html
- [10] Jane's Aircraft Upgrades Tu-95 Tu-142. Posted 16.2.2012. [Jane's Aircraft Upgrades [Viitattu 10.10.2012]]. Saatavissa:

https://janes.ihs.com/CustomPages/Janes/DisplayPage.aspx?DocType=Reference&ItemId=+++1337856&Pubabbrev=JAU_

- [11] Jane's Air-Launched Weapons 3M-14AE and 3M-54AE/AE1 Club-A. Posted 23.10.2012 [Viitattu 28.12.2012]. Saatavissa:
<https://janes.ihs.com/CustomPages/Janes/DisplayPage.aspx?DocType=Reference&ItemId=+++1307885&Pubabbrev=JALW>
- [12] Jane's Air-Launched Weapons Brahmos PJ-10. 16.10.2012 [Viitattu 26.12.2012]. Saatavissa:
<https://janes.ihs.com/CustomPages/Janes/DisplayPage.aspx?DocType=Reference&ItemId=+++1316939&Pubabbrev=JSWS>
- [13] Jane's Air-Launched Weapons Kh-101/102. Posted 20.12.2012 [Viitattu 10.1.2013] Saatavissa:
<https://janes.ihs.com/CustomPages/Janes/DisplayPage.aspx?DocType=Reference&ItemId=+++1307303&Pubabbrev=JALW>
- [14] Jane's Air-Launched Weapons Kh-15. Posted 2012.2012 [Viitattu 10.1.2013] Saatavissa:
<https://janes.ihs.com/CustomPages/Janes/DisplayPage.aspx?DocType=Reference&ItemId=+++1306761&Pubabbrev=JALW>
- [15] Jane's Air-Launched Weapons Kh-22. Posted 22.10.2012 [Viitattu 11.11.2012]. Saatavissa:
<https://janes.ihs.com/CustomPages/Janes/DisplayPage.aspx?DocType=Reference&ItemId=+++1306751&Pubabbrev=JALW>
- [16] Jane's Air-Launched Weapons Kh-55/RKV-500A, Kh-55SM/RKV-500B, Kh-555 and Kh-65SE (AS-15 'Kent'). Posted 21.12.2012. [Viitattu 10.1.2013]. Saatavissa:
<https://janes.ihs.com/CustomPages/Janes/DisplayPage.aspx?DocType=Reference&ItemId=+++1306760&Pubabbrev=JALW>
- [17] Jane's Air-Launched Weapons Kh-59MK. Posted 22.10.2012 [Viitattu 11.1.2012]. Saatavissa:
<https://janes.ihs.com/CustomPages/Janes/DisplayPage.aspx?DocType=Reference&ItemId=+++1307915&Pubabbrev=JALW>
- [18] Jane's Air-Launched Weapons Kh-59MK2. Posted 15.12.2012 [Viitattu 11.1.2012]. Saatavissa:
<https://janes.ihs.com/CustomPages/Janes/DisplayPage.aspx?DocType=Reference&ItemId=+++1307916&Pubabbrev=JALW>

- [19] Jane's All the World's Aircraft Tupolev Tu-160. 18.6.2012 [Viitattu 13.11.2012]. Saatavissa:
<https://janes.ihs.com/CustomPages/Janes/DisplayPage.aspx?DocType=Reference&ItemId=+++1343002&Pubabbrev=JAWA>
- [20] Kramer Andrew E. Russia Resumes Patrols by nuclear bombers. 2007. [Viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: http://www.nytimes.com/2007/08/18/world/europe/17cnd-russia.html?hp&_r=0
- [21] Militaryphotos.net. Viitattu 11.1.2013. Saatavissa:
<http://www.militaryphotos.net/forums/showthread.php?99988-Russian-Photos-%28updated-on-regular-basis%29/page3080>
- [22] Militaryrussia.ru. Viitattu 11.1.2013. Saatavissa:
<http://militaryrussia.ru/forum/viewtopic.php?f=950&t=2419&start=20>
- [23] Militaryrussia.ru.. Viitattu 11.1.2013. Saatavissa: <http://militaryrussia.ru/blog/topic-440.html>
- [24] Mtc.info. Viitattu 11.1.2013. Saatavissa: <http://www.mtc.info/english/index.html>
- [25] O'Connor Sean. Russian evolution- The modernisation of strategic capabilities. 2012. Posted 16.8.2012 [viitattu 9.10.2012]. Saatavissa:
<https://janes.ihs.com/CustomPages/Janes/DisplayPage.aspx?DocType=News&ItemId=+++1517930&Pubabbrev=JIR>
- [26] Pravda.ru. Tu-95 strategic bomber: The true icon of Russia's Air Force. 6.5.2009. [Viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: <http://english.pravda.ru/history/06-05-2009/107506-tu95-0/>
- [27] Redstar.gr. Viitattu 11.1.2013. Saatavissa:
http://www.redstar.gr/Foto_red/Eng/Other/CLUB_M.html
- [28] Rusembassy.in. Russian-Indian military industrial cooperation set to increase in scope & size. 22.7.2012 [viitattu 31.12.2012]. Saatavissa:
http://rusembassy.in/index.php?option=com_content&view=article&id=4861%3Arussia-india-militaryindustrial-cooperation-set-to-increase-in-scope-a-size-&catid=16%3Apress-on-bilateral-relations&lang=en
- [29] Warfare.ru Kh-22. Viitattu 11.1.2013. Saatavissa:
<http://warfare.ru/db/catid/369/linkid/1676/>
- [30] Warfare.ru. Viitattu 11.1.2013. Saatavissa: <http://warfare.ru/db/linkid/1683/catid/369/>

- [31] Wikipedia.org Kh-15 missile. Viitattu 11.1.2013. Saatavissa:
http://en.wikipedia.org/wiki/Kh-15_%28missile%29
- [32] Wikipedia.org Kh-22. Viitattu 11.1.2013. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/Kh-22>
- [33] www.wikipedia.org inertial navigation system. Viitattu 24.1.2013. Saatavissa:
http://en.wikipedia.org/wiki/Inertial_navigation_system
- [34] Yanko Eugene. Russian Arms electronic book. 2012. Sevastopol, Ukraina: Warfare.ru.

KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT**ALCM (Air Launched Cruise Missile)**

Ilmasta laukaistava risteilyohjus.

ASHM (Anti-Ship Missile)

Meritorjuntaohjus.

ARM (Anti Radiation Missile)

Tutkasäteilyyn hakeutuva ohjus.

CEP (Circular Error Probable)

Luku jolla arvioidaan ohjuksen, ammuksen tai vastaavan aseiden osumatarkkuutta. Määritelmän mukaan 50 % ammunnoista osuu CEP:n säteisen tarkkuusympyrän sisään.

DSMAC (Digital Scene-Matching Area Correlation)

Kuvan vertailuun perustuva ohjusten suunnistusjärjestelmä.

GPS (Global positioning system)

Yhdysvaltain puolustusministeriön kehittämä ja rahoittama satelliittipaikannusjärjestelmä, viralliselta nimeltään Navstar GPS.

GLONASS (Global Navigation Satellite System)

Venäläinen satelliittipaikannusjärjestelmä.

HE (High Explosive)

Konventionaalinen taistelulataus, jonka vaikutus perustuu räjähdysaineen aiheuttamaan paineeseen.

IIR (Imaging Infrared)

Lämpösäteilyn havainnointiin perustuva kuvanmuodostustekniikka.

INS (Inertial Navigation System)

Paikannusmenetelmä, joka perustuu kiihtyvyyksien mittaamiseen asentohyrrillä.

LACM (Land Attack Cruise Missile)

Maakohteiden tuhoamiseen suunniteltu risteilyohjus.

MACH

Machin luku on dimensioton luku, joka kuvaa virtauksen nopeutta suhteessa äänen nopeuteen väliaineessa. Sitä käytetään erityisesti aerodynamiikan sovelluksissa, jossa se kuvaa lentonopeuden suhdetta äänen nopeuteen ilmassa lentokorkeudella. Luku on nimetty itävaltalaisen fyysikon Ernst Machin mukaan.

RAMJET

Ohjuksissa käytetty patopainemoottorityyppi.

RCS (Radar Cross Section)

Tutkapoikkipinta-ala on arvio siitä kuinka esimerkiksi lentokone heijastaa tutkasäteilyä takaisin mittaavaan tutkaan. Mittayksikkönä on yleensä m².

SAP (Semi Armor Piercing)

Panssaria läpäisevä taistelulataus, jonka tarkoituksena on tunkeutua esimerkiksi aluksen panssaroinnin läpi ennen räjähtämistä.

SAR (Synthetic Aperture Radar)

Synteettisen apertuurin tutka. Muun muassa tiedustelu ja maastokartoitus tarkoituksiin käytetty tutka joka kykenee muodostamaan kuvaa maastosta/kohteesta.

SCRAMJET

Kehitteillä oleva patopainemoottorityyppi, jossa moottorissa hypersoonisella nopeudella olevaan ilmaan suihkutetaan polttoainetta.

TERCOM (Terrain Contour Matching)

Tutkakorkeusmittarin käyttöön perustuva risteilyohjusten suunnistusjärjestelmä.

