

**MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU**

**VENÄJÄN TIEDUSTELUSATELLIITTIEEN SUORITUSKYVYN  
KEHITTYMINEN 1990-LUVULTA 2010-LUVULLE**

Pro gradu -tutkielma

Yliluutnantti

Anselmi Kukkonen

Sotatieteiden maisterikurssi 7

Tiedusteluopintosuunta

Huhtikuu 2018

## MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Sotatieteiden maisterikurssi 7	Linja Maasotalinja
Tekijä Yliluutnantti Anselmi Kukkonen	
Tutkielman nimi <b>VENÄJÄN TIEDUSTELUSATELLIITTIIEN SUORITUSKYKYN KEHITTYMINEN 1990-LUVULTA 2010-LUVULLE</b>	
Oppiaine johon työ liittyy Operaatiotaito ja taktiikka	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto)
Aika Huhtikuu 2018	Tekstisivuja 62 Liitesivuja 0
<b>TIIVISTELMÄ</b> <p>Venäjän federaatio peri Neuvostoliitolta vanhentuneen, mutta toimintakykyisen satelliittitiedustelunjärjestelmän. Vuosien kuluessa Venäjän asevoimien yleinen alemmuustila ulottui koskemaan myös avaruusjoukkoja ja satelliittitiedustelun kykyjä. Venäjän asevoimien viime vuosien yhtenä suurena kehityskohteenä on ollut tiedustelujärjestelmän sekä ilma- ja avaruusjoukkojen kehittäminen.</p> <p>Tämän tutkimuksen tehtävänä oli selvittää, miten Venäjän kansallisten tiedustelusatelliittien suorituskyky on kehittynyt 1990-luvulta 2010-luvulle. Tehtävä sisältää erityyppisten satelliittien suorituskyvyn tutkimisen ja niitä operoivien organisaatioiden tutkimisen. Tutkimuksen pääkysymys oli: miten Venäjän satelliittitiedustelun suorituskyky on kehittynyt 1990-luvulta 2010-luvulle?</p> <p>Tutkimusstrategiana oli laadullinen pitkittäistutkimus. Tutkimuksen lähteinä käytettiin akateemisia tutkimuksia, artikkeleita, uutisia ja harrastajien internet -julkaisuja. Analyysimenetelminä käytettiin aineistolähtöistä sisällönanalyysiä sekä SWOT-analyysiä.</p> <p>Tutkimuksessa selvitettiin Venäjällä käytössä olleet tiedustelusatelliitit tutkimuksen rajausten mukaisesti ja luotiin tulosten perusteella kolme aikakautta kuvaamaan kunkin ajan mukaista suorituskykyä. Tulokset osoittivat, että Venäjän satelliittitiedustelun suorituskyky on kasvamassa, eikä tilanne ole niin huono kuin aiemmin 2000-luvulla tehtyjen tutkimusten valossa. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös Venäjän asevoimien organisaatiouudistusten vaikutusta satelliittitiedustelun suorituskykyyn ja tuloksina voidaan todeta, että organisaatiouudistukset ovat osittain jarruttaneet kehitystä. Viimeisimpien muutoksien voidaan kuitenkin todeta olleen suorituskykyä kehittäviä.</p> <p>Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan päätellä, että Venäjän satelliittitiedustelun suorituskyvyt ovat päivittyneet nykyaikaan ja käytössä ovat monipuoliset, joskin teknisen toimivuuden kannalta epävarmat järjestelmät. Organisaatiouudistukset ovat vähentäneet johtoportaiden määrää ja mahdollistavat tiedustelujärjestelmien joustavan ja suunnitelmallisen käytön.</p> <p>Tutkimus luo kattavan kuvan Venäläisten satelliittitiedustelun kehittymisestä tutkimuksen ajanjaksolla ja soveltuu tältä osin jatkotutkimusten pohjaksi. Satelliittien käytettävyys ja suorituskyky on käsitelty laaja-alaisesti ja kehityskulku on johtopäätöksissä jaettu eri aikakausiin. Yhdistettynä organisaatiomuutosten käsittelyyn sekä siitä tehtyihin johtopäätöksiin tutkimus muodostaa lukijalle käsityksen Venäjän satelliittitiedustelun nykytilasta kehityskulkuineen.</p>	
<b>AVAINSANAT</b> Venäjän avaruusjoukot, satelliittitiedustelu, tiedustelusatelliitit, avaruuden sotilaallinen käyttö	

# VENÄJÄN TIEDUSTELUSATELLIITTIIEN SUORITUSKYVYN KEHITTYMINEN VUODESTA 1990 VUOTEEN 2020

<b>1</b>	<b>JOHDANTO.....</b>	<b>1</b>
1.1	PERUSTELUT TUTKIMUKSELLE JA AIKAISEMPI TUTKIMUS .....	1
1.2	TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	6
1.3	VIITEKEHYS, NÄKÖKULMA JA RAJAAMINEN .....	6
1.4	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	8
1.5	TUTKIMUKSEN KÄSITTEET .....	12
1.6	PERUSTEITA SATELLIITEISTA .....	13
<b>2</b>	<b>VENÄJÄN TIEDUSTELUSATELLIITIT VUODESTA 1990 ALKAEN.....</b>	<b>18</b>
2.1	SIGNAALITIEDUSTELUSATELLIITIT.....	19
2.1.1	<i>US-P</i> .....	19
2.1.2	<i>Tselina</i> .....	21
2.1.3	<i>Liana</i> .....	24
2.1.4	<i>Olimp-K</i> .....	26
2.2	ELEKTRO-OPTISET SEKÄ OPTISET KUVAUSSATELLIITIT .....	27
2.2.1	<i>Zenit</i> .....	28
2.2.2	<i>Jantar</i> .....	30
2.2.3	<i>Orlets</i> .....	35
2.2.4	<i>Araks</i> .....	36
2.2.5	<i>Persona</i> .....	38
2.2.6	<i>Bars</i> .....	40
2.2.7	<i>Tulevaisuus</i> .....	41
2.3	TUTKASATELLIITIT .....	41
2.3.1	<i>Almaz-T</i> .....	42
2.3.2	<i>Kondor</i> .....	43
2.4	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	44
2.4.1	<i>Neuvostoliiton jälkeinen aika</i> .....	46
2.4.2	<i>Suorituskyvyn romahtamisen aika</i> .....	47
2.4.3	<i>Uuden suorituskyvyn aika</i> .....	48
<b>3</b>	<b>VENÄJÄN SATELLIITTITIEDUSTELUN ORGANISAATIOT VUODESTA 1990 ALKAEN.....</b>	<b>50</b>
3.1	AVARUUSJOUKKOJEN MONET MUODOT .....	50
3.1.1	<i>Avaruusjoukot vuodesta 1992 vuoteen 1997</i> .....	51
3.1.2	<i>Siirto strategisiin ohjusjoukkoihin vuonna 1997</i> .....	52
3.1.3	<i>Avaruusjoukkojen paluu vuonna 2001</i> .....	53
3.1.4	<i>Ilma- ja avaruuspuolustusjoukot vuosina 2011–2015</i> .....	54
3.1.5	<i>Ilma- ja avaruusvoimien perustaminen vuonna 2015</i> .....	55
3.2	KÄYTTÄJÄT .....	57
3.2.1	<i>Tiedustelupalvelut</i> .....	58
3.2.2	<i>Asevoimien johtoportaati</i> .....	59
3.3	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	59
<b>4</b>	<b>YHDISTELMÄ.....</b>	<b>61</b>
4.1	TULOKSET .....	62
4.2	POHDINTA.....	63

## LÄHTEET

# VENÄJÄN TIEDUSTELUSATELLIITTIEN SUORITUSKYVYN KEHITTYMINEN VUODESTA 1990 VUOTEEN 2020

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Perustelut tutkimukselle ja aikaisempi tutkimus

Avaruuden käyttö sotilaallisiin tarkoituksiin on ollut arkipäivää kymmeniä vuosia ja tekninen kehitys on parantanut laitteiden suorituskykyä merkittävästi. 2000-luvulla suoritettujen satelliittien alasampumiset<sup>1</sup> ovat herättäneet keskustelua avaruuden aseistamisesta. Satelliittien hinnat ovat laskeneet ja yhä useammalla valtiolla on varaa satelliitteihin sekä niiden laukaisuun. Myös kaupallisten palveluiden tekniset kyvyt ja saatavuus ovat parantuneet kautta 2000-luvun. Venäläisten uhkakuvissa toistuu länsimaiden suorittama ilma-avaruusisku<sup>2</sup>, joten avaruuden merkitys tulevaisuuden sodankäynnille ei ainakaan ole laskemassa.

Venäjän federaatio peri Neuvostoliitolta vanhentuneen, mutta toimintakykyisen satelliittitiedustelunjärjestelmän. Vuosien kuluessa Venäjän asevoimien yleinen alemmuustila ulottui koskemaan myös avaruusjoukkoja ja täten satelliittitiedustelun kykyjä. Venäjän asevoimien viime vuosien yhtenä suurena kehityskohteena on ollut tiedustelujärjestelmän<sup>3</sup> sekä ilma- ja avaruusjoukkojen kehittäminen<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> The Guardian: *China accuses US of double standards over satellite strike*, [https://www.theguardian.com/science/2008/feb/21/spaceexploration.usa], luettu 7.2.2018.

<sup>2</sup> Lalu, Petteri: Venäläinen sodan kuva, *Venäjän asevoimat muutoksessa - kohti 2030 lukua*. Kesseli, Pasi (toim.), Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisusarja 1, Tutkimuksia nro 5, Helsinki 2016, s. 55.

<sup>3</sup> Ibid, s.27.

<sup>4</sup> Ibid, s.51.

Yksi vaihtoehto tiedustelujärjestelmän kehittämiseen on kehittää satelliittitiedustelun suorituskykyä. Satelliiteilla on mahdollista ulottaa tiedustelu muiden valtioiden alueelle ja lentoradasta riippuen satelliitti on tarvittaessa kohteen päällä monta kertaa vuorokaudessa. Eri satelliittityyppien tiedustelukykyä yhdistelemällä voidaan tiedusteltavasta kohteesta kerätä kattavasti tietoa ja suojautuminen tällaiselta tiedustelulta omaa toimintaa haittaamatta on hankalaa.

Venäjällä on ollut käytössään useita erityyppisiä tiedustelusatelliitteja ja niiden määrä on vähentynyt merkittävästi kylmän sodan päättymisen jälkeen. Tällä hetkellä Venäläisillä on käytössä neljä toimintakykyistä kuvaustiedustelusatelliittia<sup>5</sup>, signaalitiedustelun käyttöön ainakin kaksi satelliittia<sup>6</sup> ja tutkatiedustelun käyttöön ainakin yksi satelliitti<sup>7</sup>.

Satelliittien käytöstä on tehty Maanpuolustuskorkeakoululla useita tutkimuksia, mutta niiden pääpaino on ollut paikannusjärjestelmissä ja tietoliikennesatelliittien käytössä. Tiedustelusatelliiteista on eniten tutkittu merialueen valvontaa käyttäen SAR-satelliitteja, mikä käsittää vain pienen osan tiedustelusatelliittien käyttömahdollisuuksista.

Maanpuolustuskorkeakoulussa on tutkittu tiedustelusatelliitteja aiemminkin, mutta tutkimukset ovat tekniskeskeisiä eikä taktiikan tutkimuksia ole opinnäytetöiden joukossa kuin yksi. Tämän lisäksi tutkimukset alkavat olla vanhentuneita, sillä venäläisten tiedustelusatelliittien määrä on kasvanut viime vuosina merkittävästi ja tehdyt tutkimukset aihetta vuoteen 2014 asti. Venäläisten suorituskykyä käsitellään vain Lipsosen<sup>8</sup> ja Gustafssonin<sup>9</sup> töissä, ja näissäkin vain kuvaustiedustelun osalta ja näiden tutkimusten valmistumisen jälkeen käyttöön on tullut uutta ja parempaa suorituskykyä<sup>10</sup>.

<sup>5</sup> Käytössä on kaksi Bars- ja kaksi Persona-satelliittia. ks. tämän tutkimuksen luku 2.

<sup>6</sup> Käytössä on kaksi Lotos-S-tyyppistä satelliittia. ks. tämän tutkimuksen luku 2.

<sup>7</sup> Käytössä on yksi Kondor-tyyppinen satelliitti. ks. tämän tutkimuksen luku 2.

<sup>8</sup> Lipsonen, Saku: *Lentotukikohdan kuvaustiedustelu tiedustelusatelliitilla ja lentokoneella*. 91. ilmavoimien kadettikurssin pro gradu -tutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2008. Lipsosen työssä käsitellään vain Araks-kuvaustiedustelusatelliittia.

<sup>9</sup> Gustafsson, Sami-Petteri: *Venäläisen kuvaussatelliittitiedustelun suorituskyky*. 81. merikadettikurssin kandidaatintutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2014. Gustafssonin työssä käsitellään Kobalt-M- ja Persona-kuvaustiedustelusatelliitit.

<sup>10</sup> Uutta kalustoa edustavat Bars-kuvaustiedustelusatelliitit ks. tämän tutkimuksen luku 2.

Esa Salmisen lisensiaattityössä *Satelliittien hyväksikäyttö Puolustusvoimissa* on tutkittu satelliittijärjestelmien tulevaisuutta ja käyttökelpoisuutta Suomen kansallisten tarpeiden kannalta. Satelliittijärjestelmien kokonaisuudet on kuvattu monipuolisesti, mutta painopiste on tietoliikenne- ja paikannusjärjestelmissä. Tiedustelusatelliitteja ei käsitellä suoraan, mutta kaukokartoitussatelliittien kohdalla käsitellään sensorimenetelmät kaupallisten suorituskykyjen kannalta.<sup>11</sup>

Pauli Valliuksen kandidaatintutkielmassa *SATELLIITTITIEDUSTELU – Kuvaussatelliittien kehitys* käsitellään tiedustelusatelliittien kuvaustarkkuutta eri matemaattisten mallien mukaan. Vallius on myös tutkinut vanhempien länsimaisten kuvaustiedustelusatelliittien ja modernien kaupallisten kuvaussatelliittien suorituskykyä. Tutkimuksessa ei ole käsitelty venäläisten suorituskykyä, mutta tutkimusta on käytetty yleisen fysiikan osalta lisäämään tutkijan tietoisuutta aiheesta. Tuomo Rusilan kandidaatintutkielma *Kaupallisten kaukokartoitussatelliittien käyttö kuvaustiedustelussa* on nimensä mukainen tutkimus. Rusila on tutkinut kaupallisten suorituskykyjen käyttöä, suorituskykyä, joka on kaikille käytössä. Tutkimuksessa ei ole käsitelty venäläisten tiedustelusatelliittien suorituskykyjä. Tutkielmasta tuloksia voidaan käyttää mallina kaupallisten satelliittien käytön tuomasta suorituskyvystä mille maalle tahansa.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> Salminen, Esa: *Satelliittien hyväksikäyttö puolustusvoimissa*. Maanpuolustuskorkeakoulu, Sotataidon laitos, Julkaisusarja 1: Tutkimuksia No: 8, Oy Edita Ab, Helsinki 2000.

<sup>12</sup> Vallius, Pauli: *SATELLIITTITIEDUSTELU – Kuvaussatelliittien kehitys*. 93. maavoimien kadettikurssin kandidaatintutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2009; Rusila, Tuomo: *Kaupallisten kaukokartoitussatelliittien käyttö kuvaustiedustelussa*. 87. maavoimien kadettikurssi n pro gradu -tutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2004.

SAR-satelliittien käyttöä merialueen valvontaan käsitellään useammassa merivoimallisessa tutkimuksessa. Tutkimuksissa yhteisiä teemoja ovat länsimaisten siviili- ja sotilassuorituskykyjen käyttö ja tilannekuvan käsittely lähtökohtaisesti suomalaisesta näkökulmasta. Näitä tutkimuksia ovat Jarmo Säkkinen esiupseerikurssin tutkielma *SAR-satelliittien hyödyntäminen merivalvonnassa*, Pasi Tolvasen esiupseerikurssin tutkielma *SAR-satelliittien sotilaalliset käyttömahdollisuudet Suomessa*, Markus Halmeen kandidaatintutkielma *Satelliittien hyödyntäminen merialueen valvonnassa* ja Pessi Pursiainen kandidaatintutkielma *Satelliittien hyödyntäminen merialueen valvonnassa*. Näissä tutkimuksissa ei ole käsitelty venäläisten suorituskykyä. Vaikka SAR-tutkien fysiikkaan liittyvät lainalaisuudet ovat samat kaikille satelliiteille, voi vähäisten resurssien käytön painopisteissä olla merkittäviä eroja eri maiden välillä eikä tuloksia voida siten käyttää tämän tutkimuksen tukena.<sup>13</sup>

Venäläisten tiedustelusatelliitteja, avaruusjoukkojen organisaatiota ja organisaation muita tehtäviä käsitellään samassa tutkimuksessa ainoastaan Mika Huttusen ja Petri Ollin raportissa *Avaruuden hyväksikäyttö sotilasoperaatioissa: venäläinen näkemys*. Raportti käsittelee monipuolisesti, joskin pintapuolisesti koko avaruusjoukkojen kokonaisuutta avaruuskeskuksista kantoraketteihin ja satelliiteista organisaatioihin. Raportti on poikittaistutkimuksen kaltainen, raportin valmistumisen aikaa kuvaava teos, joskin teos käsittelee lyhyesti Venäjän avaruusjoukkojen historiaa Neuvostoliiton romahtamisen jälkeen. Tiedustelusatelliittien osalta raportti sisältää kuvaukset raportin aikana käytössä olleista tiedustelusatelliiteista. Raportissa käsitellään avaruusjoukkojen organisaation kehitystä Venäjän alkua ajoilta.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Halme, Markus: *Satelliittien hyödyntäminen merialueen valvonnassa*. 79. merivoimien kadettikurssin kandidaatintutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2012; Pursiainen, Pessi: *Satelliittien hyödyntäminen merialueen valvonnassa*. 78. merikadettikurssin kandidaatintutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2001; Tolvanen, Pasi: *SAR-satelliittien sotilaalliset käyttömahdollisuudet Suomessa*. Esiupseerikurssi 60:n tutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2008. Säkkinen, Jarmo: *SAR-satelliittien hyödyntäminen merivalvonnassa*. Esiupseerikurssi 63:n tutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2011.

<sup>14</sup> Huttunen, Mika ja Olli, Petri: *Avaruuden hyväksikäyttö sotilasoperaatioissa - venäläinen näkemys*. Maanpuolustuskorkeakoulun Taktiikanlaitoksen julkaisusarja 3, 2002.

Venäläisten asevoimien kehitystä käsitteleviä Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisuja on useita ja tämän tutkimuksen lähteinä on käytetty niistä seuraavia:

- Kesseli, Pasi (toim.): *Venäjän asevoimat muutoksessa - kohti 2030 lukua*, Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisusarja 1, Tutkimuksia nro 5,
- Saarelainen, Jorma; Georgij Alafuzoff, Paavo Heiskanen, Vesa Tynkkynen, Mika Hyytiäinen, Tapani Hämäläinen ja Jussi Metteri: *Venäjän asevoimat 2000-luvun alussa*, Maanpuolustuskorkeakoulun taktiikanlaitoksen julkaisusarja 2, N:o 1/1999 sekä
- Rautala, Ari: *Venäjän sotilasreformi - asevoimien uusi ilme*, Maanpuolustuskorkeakoulun strategianlaitoksen julkaisusarja 4 n:o 51

Näissä julkaisuissa käsitellään avaruusjoukkojen ja sen monien eri organisaatioiden muutoksia kattavasti, mutta kaluston ja satelliittitiedustelun käyttöön ei oteta mitään kantaa. Tiedustelusatelliiteista löytyy julkaisusta vain muutamia mainintoja, joista yksi kuvaava lainaus on Janne Tähtisen artikkelista *Venäjän asevoimien kokemukset viimeaikaisista sodista*. Artikkelissa käsitellään muun muassa Georgian sodasta saatuja kokemuksia ja satelliittitiedustelusta mainitaan seuraavaa: ”Ilmeisesti Venäjän satelliittitiedustelukyky oli heikko, koska operaation maalittamiseen, etenkin kiinteiden kohteiden ollessa kyseessä, olisi ollut aikaa koko kevät 2008.”<sup>15</sup> Satelliittitiedustelulla oli keväällä 2008 todennäköisesti käytössä vain yksi Tselina-2 signaalitiedustelusatelliitti<sup>16</sup>.

Tämä tutkimus käsittelee Venäjän kykyjä käyttää avaruutta sotilaallisesti tiedustelun näkökulmasta. Tutkimuksessa tarkastellaan avaruudesta suunnattavan tiedustelun suorituskyvyn rakentumista, avaruusjoukkojen kehitystä nykymuotoon sekä muutoksia tiedustelutietoa käsittelevissä organisaatioissa.

Satelliittitiedustelun suorituskyvyn tunteminen on ensimmäinen askel onnistuneiden vastatoimien suunnittelua varten. Kosovon operaatiossa serbien suorittamat vastatoimet satelliitti- ja lentotiedustelua vastaan aiheuttivat liittouman tilannekuvaan paljon harhamaaleja, mikä johti ilmaiskuihin harhamaaleja vastaan<sup>17</sup>.

<sup>15</sup> Tähtinen, Janne: Venäjän asevoimien kokemukset viimeaikaisista sodista. *Venäjän asevoimat muutoksessa - kohti 2030 lukua*. Kesseli, Pasi (toim.), Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisusarja 1, Tutkimuksia nro 5, Helsinki 2016, s.15.

<sup>16</sup> Katso luku 2 - Viimeisin kuvaustiedustelusatelliitti Kometa-M oli toiminnassa kesä-elokuussa vuonna 2007 ja ennen sodan alkua kesäkuussa laukaistiin teknisistä ongelmista kärsinyt ensimmäinen Persona-kuvaustiedustelusatelliitti.

<sup>17</sup> The Guardian: *How the Serb army escaped Nato*.

[<https://www.theguardian.com/world/2000/mar/09/balkans1>], luettu 7.2.2018.



Ennen tätä tutkimusta ei Maanpuolustuskorkeakoululla ole tehty laajaa Venäläisten satelliittiedustelun kehittymistä käsittelevää tutkimusta. Tutkimus muodostaa pohjan mahdollisille jatkotutkimuksille esimerkiksi harhautus- ja muiden vastatoimenpiteiden suunnitteluun ja toimeenpanoon.

## 1.2 Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tehtävänä on selvittää, miten Venäjän kansallisten tiedustelusatelliittien suorituskyky on kehittynyt. Tämä sisältää itse satelliittien suorituskyvyn selvittämisen lisäksi niitä operoivien organisaatioiden tutkimisen.

Tutkimuksen pääkysymys on: Miten Venäjän satelliittiedustelun suorituskyky on kehittynyt 1990-luvulta 2010-luvulle?

Alakysymykset tutkimuksessa ovat:

1. Mitä tiedustelusatelliitteja Venäjällä on ollut käytössään vuodesta 1990?
2. Mitä tiedustelusatelliitteja Venäjällä on käytössä vuonna 2018?
3. Miten tiedustelusatelliittien käyttö on organisoitu Venäjällä?
4. Miten Venäjän asevoimien reformit ovat vaikuttaneet satelliittiedustelun kehittymiseen?

## 1.3 Viitekehys, näkökulma ja rajaaminen

Tutkimuksen ajallisena rajauksena toimivat vuodet 1990 - 2018. Tätä rajausta käytetään tarvittaessa soveltaen, mikäli tutkimuksen kannalta relevanttia informaatiota on rajauksen ulkopuolella. Tutkimus on rajattu koskemaan Venäjän federaation kansallisia satelliittiedustelun suorituskykyjä. Tutkimukseen on sisällytetty Neuvostoliitolta periytyneet satelliitit. Satelliitit, jotka on laukaistu yhteisoperatiiviseen<sup>18</sup> käyttöön, on myös sisällytetty tähän tutkimukseen.

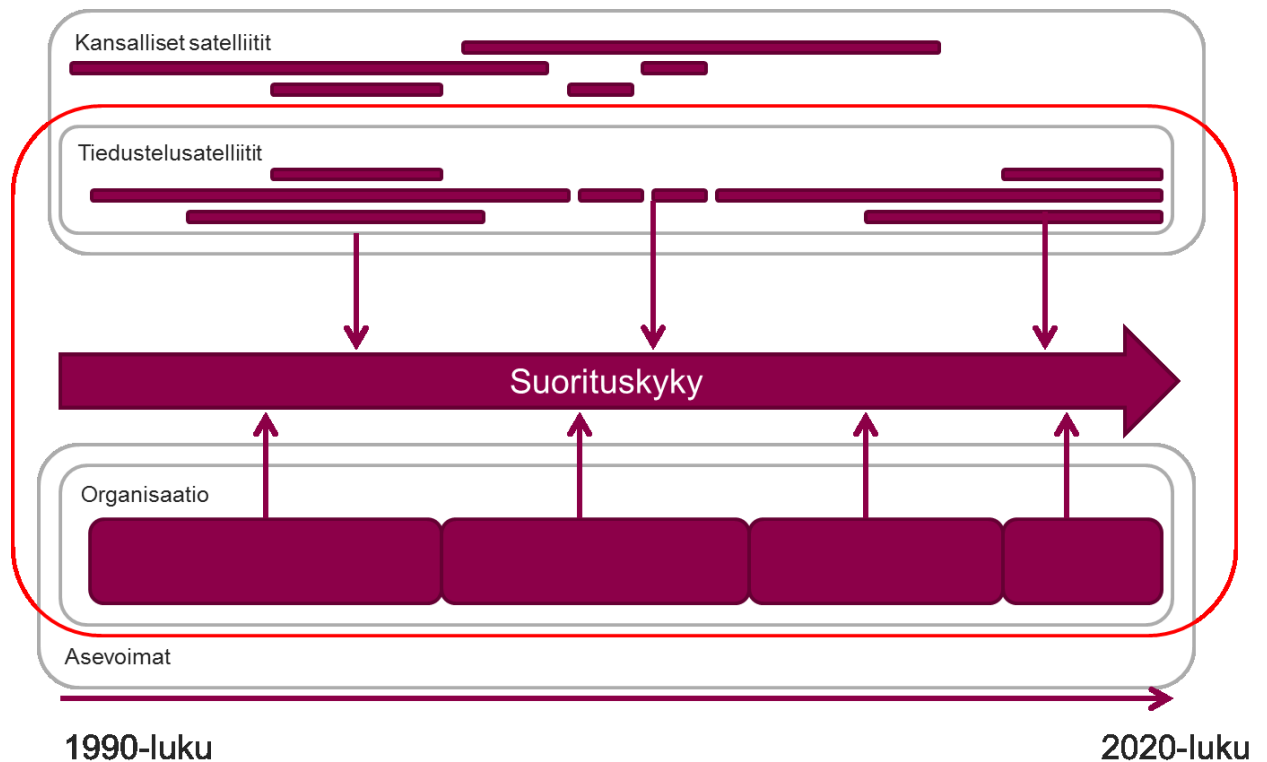
---

<sup>18</sup> Yhteisoperatiivisella käytöllä tarkoitetaan kansallista satelliittia, mikä on tarkoitettu useamman ministeriön yhteiskäyttöön.

Tutkimuksen näkökulma on tiedustelun näkökulma. Tutkimuksessa ei selvitetä yksittäisen satelliitin suorituskykyä numeerisesti, vaan arvioidaan kaikkien tutkimuksen rajauksen mukaisten käytössä olevien satelliittien suorituskykyä sotilaallisesti merkittäviin tiedusteltaviin kohteisiin ja täten arvioidaan koko satelliittitiedustelujärjestelmän suorituskykyä. Satelliittitiedustelujärjestelmän suorituskyvyn selvittäminen parantaa omien joukkojen toimintamahdollisuuksia satelliittitiedustelun vaikutuspiirissä käyttämällä hyväksi satelliittijärjestelmien tunnettuja heikkouksia esimerkiksi harhauttamalla. Tutkimuksesta rajataan pois tietoliikenne- (siltä osin kuin ne eivät koske tiedusteluvälineitä) ja paikannussatelliitit sekä muu avaruuden aseistaminen.

Organisaatioista käsitellään vain satelliittien operointiin osallistuvia organisaatioita sekä satelliittitiedustelutietoa käsitteleviä organisaatioita. Koska tiedossa ei ole tarkasti, ketkä kaikki käyttävät satelliiteilla tuotettua tiedustelutietoa, on tutkimuksen tarkasteluun otettu asevoimien uudet johtoportaat. Asevoimien ulkopuoliset toimijat on ulkomaantiedustelupalvelu SVR:ää<sup>19</sup> lukuun ottamatta rajattu tutkimuksen ulkopuolelle. Käsiteltävien organisaatioiden määrä on rajattu, jotta tutkittava materiaali pysyy riittävän suppeana opinnäytetyön laajuus huomioon ottaen.

Tutkimuksen viitekehys on kuvassa 1.



Kuva 1: Viitekehys

<sup>19</sup> Служба внешней разведки, СВР

## 1.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksenstrategiana oli laadullinen pitkittäistutkimus<sup>20</sup>, sillä tutkimuksessa tutkittiin suorituskyvyn muutosta ajan kuluessa. Pitkittäistutkimus voidaan tehdä tutkimalla muutosta ja kehitystä pitkien aikojen kuluessa. Tutkimus voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraamalla tiettyä organisaatiota tai ihmisjoukkoja vuosien ajan. Tällaisen toimintatavan ollessa mahdotonta voidaan tutkimus myös tehdä menneistä tapahtumista, kuten tässä tutkimuksessa on tehty. Tutkimusstrategia soveltui erittäin hyvin tutkimustehtävän toteuttamiseen.

Aineistonkeruumenetelminä<sup>21</sup> tässä tutkimuksessa käytettiin haastattelua, dokumentteihin perustuvaa tietoa sekä seurantaa.

Haastattelu toteutettiin teemahaastatteluna<sup>22</sup> eli pääkysymykset olivat etukäteen valmisteltuja, mutta haastattelun edetessä osaan aiheista esitettiin tarkentavia kysymyksiä. Tämän lisäksi valmistauduttiin suorittamaan täydentävä haastattelukierros, mikäli lisätietotarpeita olisi ilmennyt. Vaikka osa pääkysymyksistä olisi voinut olla täydentävällä kierroksella samankaltaisia, tarkoituksena ei kuitenkaan olisi ollut suorittaa syvähaastattelua<sup>23</sup>. Haastattelulla oli tarkoitus täydentää kirjallisista lähteistä saatua tietoa sekä saada asiantuntijan näkemys sellaisiin asiakokonaisuuksiin joista ei ollut saatavilla tietoa kirjallisissa lähteissä. Haastattelu taltioitiin äänitteeseen<sup>24</sup>.

---

<sup>20</sup> Huttunen, Mika & Jussi Metteri (toim.): *Ajatuksia operaatiotaidon ja taktiikan laadullisesta tutkimuksesta*. Maanpuolustuskorkeakoulun taktiikanlaitoksen julkaisusarja 2 n:o 1/2008, Edita Prima Oy, Helsinki 2008, ks. 40; Jyväskylän yliopisto: *Pitkittäistutkimus*. [<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/pitkittaistutkimus>], luettu 3.2.2018

<sup>21</sup> Huttunen & Metteri (2008) ks. 47

<sup>22</sup> Huttunen & Metteri (2008) ks. 47

<sup>23</sup> Ibid.

<sup>24</sup> Jyväskylän yliopisto: *Haastattelut*.

[<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineistonhankintamenetelmat/haastattelut>], luettu 3.2.2018

Tutkimusta varten haastateltiin yhtä puolustusvoimien tiedustelulaitoksessa palvelevaa asiantuntijaa, mutta haastattelussa syntynyttä aineistoa ei ole käytetty tämän tutkimusraportin tuottamisessa seuraavista syistä: (1) Haastattelu olisi ollut ainoa suojaustaso IV tason lähde tässä tutkimuksessa ja olisi täten tehnyt tutkimuksesta ei-julkisen ja (2) Maanpuolustuskorkeakoululla on tahtotila pitää opinnäytetyöt lähtökohtaisesti julkisina<sup>25</sup>. Edellinen huomioiden ei haastattelu tarjonnut niin merkittävää lisäarvoa, että pelkästään sen takia tutkimus olisi kannattanut muuttaa ei-julkiseksi. Vaikka haastattelun materiaalia ei käytetty tutkimuksessa, se mahdollisti tutkijan perehtymisen aiheeseen syvällisemmin. Haastattelun tallenne on tutkijalla.

Tutkimuksen aineistona käytetty kirjallinen materiaali sisältää Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisemia tutkimuksia ja julkaisuja, muiden instituutioiden tutkimuksia ja julkaisuja, aihepiirin harrastajien ylläpitämiä internetsivustoja, uutisia, Venäjän puolustusministeriön internetsivuja sekä muita internetsivustoja. Kirjallisen materiaalin hankintaa leimasi tutkittavan aiheen luottamuksellisuus, joka teki tiedonhankinnasta paikoitellen erittäin haastavaa.

Koska kaikki käytetyt lähteet eivät ole tieteellisiä julkaisuja, ovat niiden viittauskäytännöt kirjavia, joten tiedon alkuperän selvittäminen on erittäin haastavaa tai mahdotonta. Harrastajien sivustoja leimaa myös tiedon sisällön osalta homogeenisyys ja sivustot lisäävät toisilta sivuilta löytyviä tietoja omille sivustoilleen välillä sellaisenaan. Näissä tilanteissa tutkija on pyrkinyt selvittämään, kummasta sivustosta tieto on alun perin ollut peräisin ja tämän jälkeen selvittämään alkuperäisen lähteen.

Tässä tutkimuksessa on noudatettu sotataidon laitoksen opinnäytetyön ohjeessa ehdotettua mallia internet-lähteiden tiedonmuuttumisen hallintaan.<sup>26</sup> Tutkimuksen alkuvaiheessa kaikki käytetyt lähteet tarkistettiin säännöllisin väliajoin ja niistä otettiin aina uudet tallennukset. Nämä päivämäärät indikoivat viimeistä tarkastuspäivää ja päivää, jolta viimeisin tallenne on taltioitu. Taltioidut muodostettiin PDF-tiedostoiksi.

---

<sup>25</sup> Maanpuolustuskorkeakoulun opintoasiainosaston ohjeen *Sotatieteelliset opinnäytetyöt ja harjoitustyön laadinta* 10.11.2015/AL18370 LIITE 3.

<sup>26</sup> Karvonen, Mika (toim.): *Sotataidon laitoksen ohje opinnäytetöistä*. Maanpuolustuskorkeakoulu, Sotataidon laitos, Julkaisusarja 3: Työpapereita No: 6, Helsinki 2017.

Seuranta toteutettiin tässä tutkimuksessa seuraamalla teemaan liittyvää uutisointia venäläisissä lehdissä, harrastajien internetsivustoilla sekä Twitterissä. Säännöllisen seurannan avulla tutkimukseen pystyttiin sisällyttämään viimeisimmät tiedot aiotuista ja toteutetuista satelliittien laukaisuista. Mikäli seurantaa ei olisi käytetty ja tutkimuksen materiaalin kerääminen olisi tehty esimerkiksi ensimmäisen puolen vuoden aikana, olisi tutkimuksesta jäänyt pois ainakin kaksi satelliittilaukaisua. Seurannan toteuttaminen aiheutti tutkimusprosessille myös haasteita, sillä uuden tiedon etsimiseen ja vanhan varmentamiseen kului paljon aikaa. Lisäksi seurantajakson päättämisaikajankohta osoittautui vaikeaksi määrittää ennen kuin tutkimusprosessi oli muilta osin edennyt riittävästi. Tutkimukseen liittyvä seuranta päätettiin talvisodan päättymispäivän vuosipäivänä 13.3.2018.

Venäläisten uutisia leimaavat tämän tutkimuksen näkökulmasta puolitotuudet. Osa uutisissa mainituista asioista pitää todennäköisesti paikkansa, mutta sekaan on yleensä sekoitettu myös epätotuuksia, jotka tekevät kokonaisuudesta epäluotettavan. Rakettilaukaisuihin liittyvä uutisointi on ollut pääosin tarkkaa käytetyn kaluston osalta, mutta esimerkiksi suorituskyvyn kokonaisuuden uutisointi on antanut aiheita epäillä esitettyjen tietojen oikeellisuutta.<sup>27</sup>

Tutkimuksen lähdeaineiston hankinta aloitettiin tutkimuksen rajauksen mukaisen perustiedon hankinnalla. Kun tutkittavat muuttujat oli tunnistettu, aloitettiin lähteiden etsintä ja löydetty lähteet jaettiin ensin päälukujen mukaisesti joukkoihin, jolloin pystyttiin seuraamaan, mistä lähteestä saadaan mihinkin tutkimuskysymyksiin mahdollista aineistoa. Lähdeaineiston kattavuus ohjasi myös tutkimuksen suuntautumista, kun kävi selväksi, ettei kaikkia tietoja ole saatavilla julkisista lähteistä.

Tämän jälkeen muodostettiin tutkittavista satelliiteista ja organisaatioista omat tiedostot, johon kerättiin lähdeaineistosta löytyvät tiedot eri alamuuttujien alle. Tällaisia alamuuttujia olivat satelliittien osalta esimerkiksi voimanlähde, laukaisujen ajankohdat ja määrät sekä sensorijärjestelmän tyyppi ja tarkkuus. Työ tehtiin ensin satelliittien osalta ja vasta myöhemmin organisaatioiden osalta. Ensimmäisenä käsiteltyjen satelliittien osalta tehty työ oli jopa turhankin tarkkaa, sillä lähdeaineistosta kerättiin paljon tutkimuksen kannalta epärelevanttia dataa. Toisaalta lähdeaineiston perusteellinen käsittely varmisti, ettei oleellisia osia jäänyt käsittelemättä. Tämän lisäksi tutkijan ymmärrys tiedustelusatelliiteista lisääntyi myös tutkimuksen aiheen ja rajausten ulkopuolisista asioista.

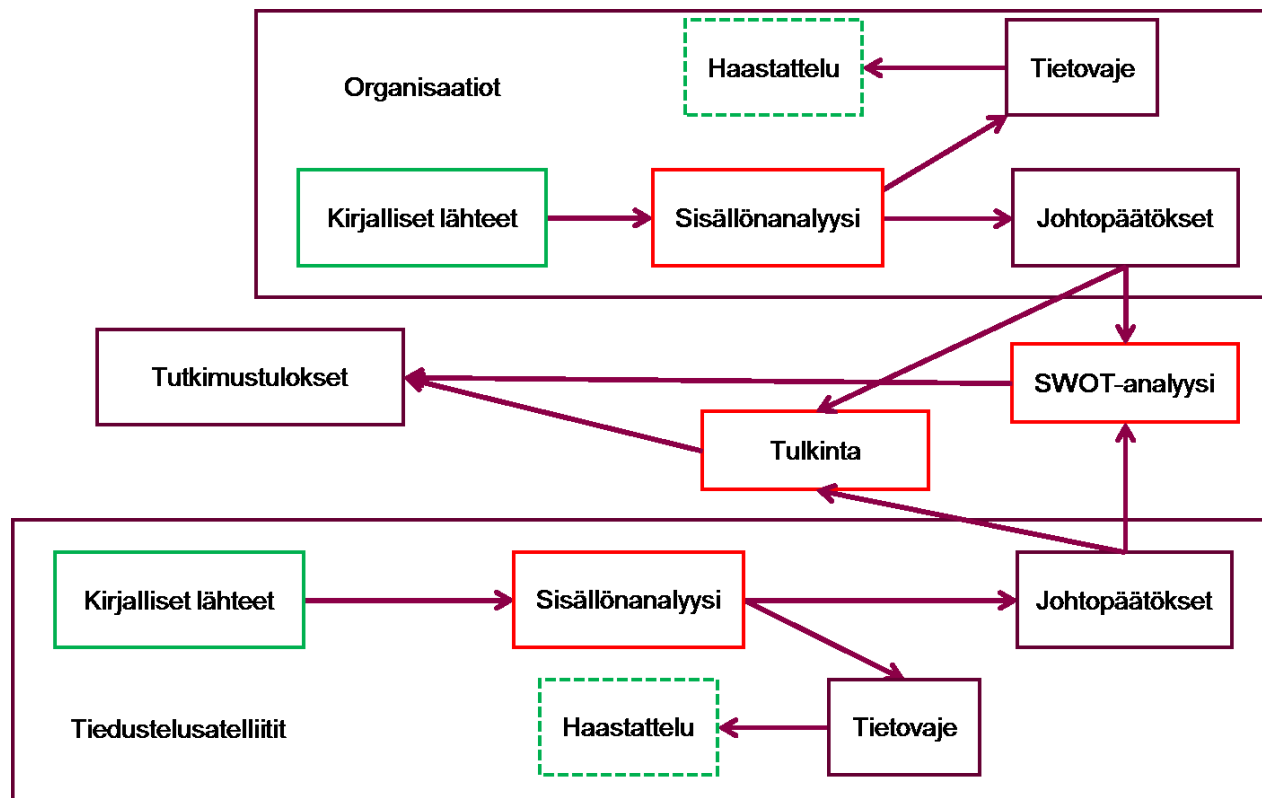
---

<sup>27</sup> Esim. Sputnik International: *Russia's 'Liana' Satellites Can Keep an Eye on Ships, Subs or Even Fishing Boats*, [<https://sputniknews.com/military/201701141049601090-russia-liana-satellite-network-details/>], luettu 5.5.2017. Jo otsikossa luvataan, että satelliitilla voidaan seurata kaikkea mahdollista ja kuvataan Pion-NKS satelliittien suorituskykyä. Pion-NKS satelliitteja ei ole tiedettävästi laukaistu.

Kvantifiointia käytettiin helpottamaan käytettävyyden merkityksen havainnointia osana kokonaissuorituskykyä. Kvantifiointi ilmenee esimerkiksi luvussa kaksi siten, että laukaisutapahtumiin liittyen on koostettu jo radalla olevien satelliittien määrä. Myös johtopäätöksiä tukena on käytetty kvantifiointia helpottamaan käytettävyyden hahmottamista.

Tutkimuksen johtopäätösten luomisessa on käytetty sisällönanalyysiä<sup>28</sup>. Tutkimuksen analyysin lähtökohta on ollut hypoteesiton. Tiedustelusatelliittien suorituskykyä arvioidessa on analysoinnin tukena käytetty National Reconnaissance Officen aiemmin salaiseksi luokiteltuja suorituskykyä kuvaavia dokumentteja sekä tutkijan aiempaa tietämystä elektronisen tiedustelun alalta. Organisaatioiden osalta tutkimuksessa on käytetty puhtaasti aineistolähtöistä sisällönanalyysiä. SWOT-analyysiä on käytetty arvioimaan tiedustelusatelliittien ja niitä käyttävien organisaatioiden suorituskyvyn nykytilan kokonaisuutta eli Venäjän federaation asevoimien kykyä käyttää satelliittitiedustelua sotilaallisiin tarkoituksiin.<sup>29</sup>

Tutkimuksen rakenne on esitelty kuvassa 2.



Kuva 2: tutkimuksen rakenne

<sup>28</sup> Huttunen & Metteri (2008), ks. 51.

<sup>29</sup> Heuer Jr., Richard J. & Randolph H. Pherson: *Structured analytic techniques for intelligence analysis, Second edition*. CQ Press, Yhdysvallat 2015, ks. 308-310

## 1.5 Tutkimuksen käsitteet

Tässä tutkimuksessa tiedustelusatelliittien suorituskyvyllä tarkoitetaan teknisten laitteiden suorituskyvyn, yksittäisistä laitteista muodostettujen järjestelmien suorituskyvyn, käyttöhenkilökunnan suorituskyvyn sekä käyttöorganisaatioiden suorituskyvyn yhdistelmää.

30

Satelliittijärjestelmällä tarkoitetaan kokonaisuutta, joka koostuu vähintään yhdestä satelliitista ja vähintään yhdestä satelliittia hallinnoivasta maa-asemasta.<sup>31</sup>

Kuvaustiedustelulla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa satelliiteilla suoritettavaa tiedustelua. Kuvaustiedustelua voidaan suorittaa ilmasta käsin myös lentokoneella, lennokilla tai helikopterilla ja maasta käsin, mutta näitä tapoja ei käsitellä tässä tutkimuksessa. Kuvaamiseen käytettävät sensorit ovat eri aallonpituuksilla toimivat filmitoimiset tai digitaaliset kamerat, kuvaavat synteettisen apertuurin tutkat sekä radiometrit.<sup>32</sup>

Kaukokartoituksella tarkoitetaan tässä tutkimuksessa satelliiteilla suoritettavaa maapallon kartoittamista. Kaukokartoitukseen voidaan käyttää useita eri sensoreita, joko erikseen tai samanaikaisesti. Käytettävät sensorit voivat olla samoja kuin kuvaustiedustelussa ja tutkatiedustelussa, mutta niiden tarkkuus on heikompi kuin varsinaisissa tiedustelusatelliiteissa.<sup>33</sup>

Signaalitiedustelu (SIGINT, Signals intelligence) on sähkömagneettisten signaalien tiedustelua, jonka tarkoituksena on tunnistaa signaalit, yhdistää signaalit laitteisiin ja laitteet niiden käyttäjiin. Signaalitiedustelu jaetaan toiminnallisesti eri alalajeihin.<sup>34</sup>

Kuuntelutiedustelulla (COMINT, Communications intelligence) tarkoitetaan signaalitiedustelua, joka kohdistuu viesti- ja johtamisvälineisiin. Kuuntelutiedustelu kattaa myös viestiliikenteen avaamisen aina kun se on mahdollista.<sup>35</sup>

---

<sup>30</sup> Kosola, Jyri & Tero Solanne: *Digitaalinen taistelukenttä*. Maanpuolustuskorkeakoulun sotatekniikanlaitoksen julkaisusarja 1 no 35, Helsinki 2013, s. 33.

<sup>31</sup> Salminen (2000), s.8.

<sup>32</sup> Ibid. s. 48.

<sup>33</sup> Salminen (2000), s.47-49.

<sup>34</sup> Kosola & Solanne (2013), s. 21.

<sup>35</sup> Ibid.

Elektronisella mittaustiedustelulla (ELINT, Electronic intelligence) tarkoitetaan signaalitiedustelua, joka kohdistuu navigointi- ja sensorijärjestelmien signaaleihin sekä kaikkiin signaaleihin, jotka eivät kuulu viesti- ja johtamisvälineisiin.<sup>36</sup>

## 1.6 Perusteita satelliiteista

Ratakorkeuden kanssa käytettäviä termejä ovat *apogeum* ja *perigeum*. Apogeum tarkoittaa radan etäisintä pistettä maasta sekä perigeum lähintä pistettä maasta eli radan korkeinta ja matalinta pistettä.<sup>37</sup>

Inkлинаatiolla tarkoitetaan radan kaltevuuskulmaa suhteessa päiväntasaajaan. Inkлинаatio määrittää myös, kuinka pohjoiseen (ja etelään) satelliitin maarata kulkee. Jotta tiedustelusatelliitilla voi tiedustella Pohjois-Suomen aluetta pitää inkлинаation olla vähintään 70 astetta. Mikäli inkлинаatio on yli 66 astetta, kutsutaan rataa polaariseksi kiertoradaksi (polar orbit) ja mikäli inkлинаatio on 90 astetta, satelliitti ylittää napa-alueet.<sup>38</sup>

Prograadisella kiertoradalla tarkoitetaan kiertorataa, jossa satelliitti kiertää maan pyörimissuunnan suuntaisesti. Kiertorata on prograadinen, kun inkлинаatio on yli 0 astetta, mutta alle 90 astetta. Prograadisella kiertoradalla olevan satelliitin maarata liikkuu kohti itää.<sup>39</sup>

Retrograadisella kiertoradalla tarkoitetaan kiertorataa, jossa satelliitti kiertää maanpyörimissuunnan vastaisesti. Yli 90 asteen inkлинаatio muuttaa radan retrograadiseksi. Retrograadisella kiertoradalla olevan satelliitin maarata liikkuu kohti länttä.<sup>40</sup>

---

<sup>36</sup> Kosola & Solanne (2013), s. 21.

<sup>37</sup> Tähtitieteellinen yhdistys Ursa: *Satelliitin radan ominaisuuksia*. [https://www.ursa.fi/wiki/SatelliittiOpas/Radat], luettu 7.2.2018.

<sup>38</sup> Ibid.

<sup>39</sup> Wikipedia: *Retrograde and prograde motion*.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Retrograde\_and\_prograde\_motion], luettu 7.2.2018.

Wikipedia: *Orbital inclination*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Orbital\_inclination], luettu 7.2.2018.

<sup>40</sup> Ibid.



LEO-radalla (Low Earth Orbit) satelliittien ratakorkeus on 200–2000 kilometriä. Tyypilliset ratakorkeudet ovat 200-800km. Rataa käytetään paljon tiedustelusatelliittien kanssa, koska tällöin etäisyys tiedusteltaviin kohteisiin pysyy mahdollisimman lyhyenä. Radan käytön suurin ongelma on ilmakehän aiheuttama kitka, joka aiheuttaa satelliittien radan supistumista. Mikäli satelliitti halutaan pitää radallaan, pitää satelliitin rataa nostaa käyttämällä ohjausraketteja. Matalan lentoradan huonoja puolia on myös se, että satelliitit pysyvät kohteen päällä vain hetken aikaa. Suomenkielinen termi radalle on matala rata.<sup>41</sup>

MEO-radalla (Medium Earth Orbit) satelliittien ratakorkeus on 2000–35786 kilometriä. Tiedustelusatelliittien osalta suurin saatava hyöty on ilmakehän kitkan vaikutuksen poistuminen.<sup>42</sup> Samaan aikaan etäisyys tiedusteltaviin kohteisiin kasvaa, jolloin tarkkuuden menetys pitää joko korvata paremmalla optiikalla tai antenniratkaisulla. Ratakorkeuden nosto lisää satelliitin oleskeluaikaa kohteen päällä ja täten mahdollistaa digitaalisen tiedonsiirron kanssa kohteen seurannan.

HEO-radalla (High Earth Orbit) satelliittien ratakorkeus on yli 35786 kilometriä. Ratakorkeudesta johtuen satelliitin liike on aina retrograadista.<sup>43</sup> Tämän radan käyttö sellaisenaan ei sovellu maassa olevia kohteita tiedustelevien satelliittien käyttöön, koska satelliitit olisivat aivan liian kaukana tiedusteltavista kohteista. Rataa voidaan käyttää signaalitiedustelusatelliiteilla, jotka tiedustelevat tietoliikennesatelliittien viestiliikennettä<sup>44</sup>.

HEO-radalla voidaan myös tarkoittaa Highly Elliptical Orbit rataa. Radasta käytetään myös nimitystä Molnija-rata venäläisten Molnija-tietoliikennesatelliittien mukaan. Rata on sekoitus LEO- ja MEO- rataa. Radan korkeimmassa kohdassa satelliitti pysyy suhteellisesti paikallaan maapallon kanssa, mikä mahdollistaa pitkäaikaisen maantieteellisen peiton. Kierroajan ollessa 12 tuntia on maantieteellinen peitto 4 tuntia.<sup>45</sup> Korkein kohta on kuitenkin liian korkealla tehokkaan kuvaustiedustelutoiminnan suorittamiseksi. Rata on yksi vaihtoehdoista signaalitiedustelusatelliittien radaksi<sup>46</sup>.

<sup>41</sup> Tähtitieteellinen yhdistys Ursa: *Satelliitin radalla pysymisen aika*.

[<https://www.ursa.fi/wiki/SatelliittiOpas/Radalla>], luettu 7.2.2018; Tähtitieteellinen yhdistys Ursa: *Missä satelliitit ovat?* [<https://www.ursa.fi/wiki/SatelliittiOpas/Korkeus>], luettu 7.2.2018.

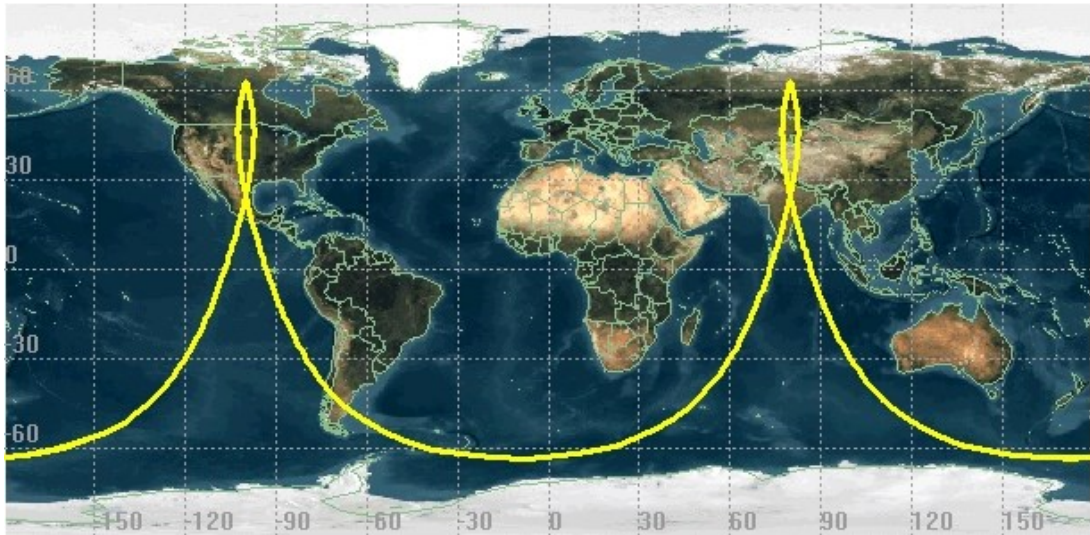
<sup>42</sup> Wikipedia: *Medium Earth orbit*. [[https://en.wikipedia.org/wiki/Medium\\_Earth\\_orbit](https://en.wikipedia.org/wiki/Medium_Earth_orbit)], luettu 7.2.2018.

<sup>43</sup> Wikipedia: *High Earth orbit*. [[https://en.wikipedia.org/wiki/High\\_Earth\\_orbit](https://en.wikipedia.org/wiki/High_Earth_orbit)], luettu 7.2.2018.

<sup>44</sup> Rataa ovat käyttäneet mm. Yhdysvaltojen Nemesis–signaalitiedustelusatelliitit. Krebs, Gunter: *Nemesis 1, 2 (PAN, CLIO / P360)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/nemesis-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/nemesis-1.htm)], luettu. 7.2.2018.

<sup>45</sup> Tähtitieteellinen yhdistys Ursa: *Missä satelliitit ovat?* [<https://www.ursa.fi/wiki/SatelliittiOpas/Korkeus>], luettu 7.2.2018.

<sup>46</sup> Rataa ovat käyttäneet mm. Yhdysvaltojen Trumpet–signaalitiedustelusatelliitit. Krebs, Gunter: *Trumpet 1, 2, 3*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/trumpet.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/trumpet.htm)], luettu. 7.2.2018.



Kuva 3: Molniya rata<sup>47</sup>

GSO-radalla (Geostationary Orbit) satelliitin radan inklinaation on nolla ja etäisyys noin 35768 kilometriä. Satelliitti pysyy paikallaan suhteessa maahan ja olisi täten erittäin käyttökelpoinen ratavaihtoehto, varsinkin SIGINT-satelliiteille, mutta ratakorkeus on rajoittaa tiedusteltavia kohteita. Teoriassa rataa voi käyttää myös tietoliikennesatelliittien tiedusteluun. Suomenkielinen termi radalle on geostationaarinen rata.<sup>48</sup>

GEO-radalla (Geosynchronous Orbit) satelliitin rata muistuttaa paljon GSO-radalla olevia satelliitteja. Satelliitit eivät kuitenkaan ole suoraan päiväntasaajan päällä, joten niiden rata liikkuu suhteessa maahan jonkin verran. Useimmiten rata muistuttaa kahdeksikköä. Tiedustelutoiminnan kannalta radalla on samat haitat ja hyödyt kuin GSO-radalla. Suomenkielinen termi radalle on geosynkrooninen rata.<sup>49</sup>

<sup>47</sup> Hartzel1, Molniya, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Molniya.jpg], luettu 7.2.2018.

<sup>48</sup> Tähtitieteellinen yhdistys Ursa: *Missä satelliitit ovat?* [https://www.ursa.fi/wiki/SatelliittiOpas/Korkeus], luettu 7.2.2018; Kosola & Solanne (2013), s. 349; Rataa ovat käyttäneet mm. Yhdysvaltojen Orion-signaalitiedustelusatelliitit. Krebs, Gunter: *Orion 5, 6, 7, 8, 9*. [http://space.skyrocket.de/doc\_sdat/orion-5\_nro.htm], luettu 7.2.2018.

<sup>49</sup> Tähtitieteellinen yhdistys Ursa: *Missä satelliitit ovat?* [https://www.ursa.fi/wiki/SatelliittiOpas/Korkeus], luettu 7.2.2018



Kuva 4 Geosynkrooninen rata<sup>50</sup>

SSO-radalla (Sun-synchronous Orbit) radan inkliinaatio on yli 90-astetta, joten rata on retrograadinen. Rata on suunniteltu siten, että satelliitti on samassa pisteessä lähes samaan vuorokauden aikaan, jolloin valaisuolosuhteet pysyvät vakioina. Rata on erittäin käyttökelpoinen kuvaustiedustelu- ja kaukokartoitussatelliiteille. Suomenkielinen termi on aurinkosynkroninen rata.<sup>51</sup> Gustafsson on käyttänyt radasta myös termiä heliosentrinen rata.<sup>52</sup>

<sup>50</sup> Tubas, CC BY-SA 3.0, [<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Qzss-45-0.09.jpg>], luettu 7.2.2018.

<sup>51</sup> Tähtitieteellinen yhdistys Ursa: *Satelliitin radan ominaisuuksia*. [<https://www.ursa.fi/wiki/SatelliittiOpas/Radat>], luettu 7.2.2018.

<sup>52</sup> Gustafsson (2014), s.19. Gustafsson käyttää radasta myös kerran termiä heliosynkroninen rata sivulla 17.

Satelliittien radat ovat harvoin täysin symmetrisiä ympyröitä vaan ne muistuttavat enemmänkin ellipsejä. Radan elliptisyys voi olla toiminnan kannalta oleellista tai tarpeetonta. Elliptisyyttä voidaan käyttää esimerkiksi lisäämään satelliitin läsnäoloa tietyllä maantieteellisellä alueella suunnittelemalla radan apogeum suhteessa tälle alueelle. Tiedustelutoiminnassa yksi tyypillinen ratkaisu on vähentää LEO-radon haittapuolia tekemällä tiedustelusatelliitin radasta elliptinen siten, että tiedustelun aikana satelliitti käy perigeumissa ja sen kiertäessä seuraavaan kohteeseen satelliitti käy apogeumissa. Haittapuolena on esimerkiksi kuvaustarkkuuden huonontuminen lentoradan noustessa.<sup>53</sup>

Kiertoaajalla tarkoitetaan aikaa, joka satelliitilla menee yhden ratakierron suorittamiseen. Kiertoaika on ympyrää muistuttavilla radoilla yleensä 90 minuutista 120 minuuttiin. HEO-radoilla kiertoaika voi olla jopa 12 tuntia. Teoriassa kiertoaika on pienin mahdollinen aika, joka satelliitilta menee saavuttaa maantieteellinen alue uudestaan, mutta todellisuudessa aika riippuu inkliinaation ja kiertoaajan suhteesta.<sup>54</sup>

Konstellaatiolla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa samantyyppisten ja toimintakykyisten satelliittien määrää kiertoradoilla sekä satelliittien sijaintia toisiinsa nähden. Esimerkki konstellaatiosta on paikannussatelliittijärjestelmien konstellaatiot, jossa jokaisen satelliitin suhteellinen paikka on tarkasti suunniteltu. Tämän tutkimuksen piirissä olevien satelliittien osalta varsinkin signaalitiedustelusatelliittien kohdalla on ollut käytössä konstellaatioita, jotka ovat tähdänneet mahdollisimman kattavan seurantaverkon luomiseen.<sup>55</sup>

---

<sup>53</sup> Tähtitieteellinen yhdistys Ursa: *Satelliitin radan ominaisuuksia*. [<https://www.ursa.fi/wiki/SatelliittiOpas/Radat>], luettu 7.2.2018.

<sup>54</sup> Karttunen, Hannu; Ursa ja Tuorlan observatorio: *Kiertoaika*. [<http://www.astro.utu.fi/zubi/sphere/period.htm>], luettu 7.2.2018.

<sup>55</sup> Suomisanakirja.fi: *konstellaatio*. [<https://www.suomisanakirja.fi/konstellaatio>], luettu 7.2.2018.

## 2 VENÄJÄN TIEDUSTELUSATELLIITIT VUODESTA 1990 ALKAEN

Tässä luvussa käsitellään Venäjän tiedustelusatelliittien kehitystä vuodesta 1990 alkaen. Satelliitit on jaettu kolmeen eri kategoriaan: signaalitiedustelusatelliitteihin, elektro-optisiin ja kuvaustiedustelusatelliitteihin sekä tutkasatelliitteihin. Kuvaavat tutkasatelliitit on sijoitettu tutkasatelliittien ryhmään. Tässä luvussa vastataan tutkimuksen alakysymyksiin: *Mitä tiedustelusatelliitteja Venäjällä on ollut käytössään vuodesta 1990 sekä mitä tiedustelusatelliitteja Venäjällä on käytössä vuonna 2018?*

Vaikka tämän tutkimuksen tarkastelu-aika kattaa vain Venäjän olemassaolon ajan, on käytössä ollut huomattava määrä eri sukupolvien ja tyyppien satelliitteja. Osa satelliittiperheistä oli käytössä jo Neuvostoliiton aikana ja kehitystyön alkaminen uudelleen Neuvostoliiton hajoamisen jälkeen vei oman aikansa. Tämän lisäksi osa satelliitteihin liittyvästä osaamisesta jäi Ukrainan alueelle, mikä osaltaan on hidastanut kehitystä.

Uutta kehityssuuntaa edustaa yhteistyö muiden maiden<sup>56</sup> kanssa, joissa kuten hävittäjien kehitystyön kanssa<sup>57</sup>, Venäläiset kehittävät osaamistaan ulkomaisella rahoituksen avulla. Tietävästi näistä satelliiteista osa on ollut tiedustelukäyttöön soveltuvia: kuvaustiedustelusatelliitti Egyptsat-2<sup>58</sup> sekä tutkasatelliitti Kondor<sup>59</sup>. Nähtäväksi jää, kuinka pitkäkestoista yhteistyö on, sillä lähes jokaiseen projektiin liittyen on raportoitu satelliittien toimintahäiriöitä.<sup>60</sup>

Samanaikaisesti käytössä olleet, monen eri valmistajan, satelliitit eivät muodostaneet kokonaisjärjestelmää, vaan eri järjestelmät toimivat itsenäisinä sensoreina, eikä niiden voida sellaisenaan olettaa tukeneen toisiaan.

<sup>56</sup> Zak, Anatoly: *Kondor (14F133) satellite*. [<http://www.russianspaceweb.com/kondor.html>], luettu 10.12.2016. - Vihjaa yhteistyöstä kiinalaisten kanssa itse satelliitin kehityksessä ja satelliitin ensimmäinen laukaisu suoritettiin Etelä-Afrikalle; Zak, Anatoly: *EgyptSat-2 spy satellite*.

[<http://www.russianspaceweb.com/egyptsat2.html>], luettu 3.2.2018 - Venäläiset ovat rakentaneet ja laukaisseet Egyptille kuvaustiedustelusatelliitin; Krebs, Gunter: *AngoSat 1*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/angosat-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/angosat-1.htm)], luettu 3.2.2018. - Venäläiset kehittivät Angolalle tietoliikennesatelliitin televisiolähetysiksi varten.

<sup>57</sup> Venäläisillä on ollut pitkään yhteistyötä Intian kanssa Suhoi hävittäjien kehityksessä.

<sup>58</sup> Krebs, Gunter: *EgyptSat 2 (MisrSat 2)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/egyptsat-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/egyptsat-2.htm)], luettu 3.2.2018

<sup>59</sup> Krebs, Gunter: *Kondor*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/kondor-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/kondor-1.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>60</sup> Zak, Anatoly: *EgyptSat-2 spy satellite*. [<http://www.russianspaceweb.com/egyptsat2.html>], luettu 3.2.2018 - EgyptSat-2 menetti toimintakykynsä vain yhden vuoden toiminnan jälkeen. Satelliitti oli suunniteltu toimimaan 11 vuotta; Krebs, Gunter: *AngoSat 1*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/angosat-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/angosat-1.htm)], luettu 3.2.2018. AngoSat 1 on lyhyen toiminta-aikansa aikana kokenut virransyöttöisiä ongelmia ja satelliitin yhteys maa-asemaan on menetetty toistaiseksi; Zak, Anatoly: *Kondor (14F133) satellite*.

[<http://www.russianspaceweb.com/kondor.html>], luettu 10.12.2016. - Kondor-1 satelliitti on ilmeisesti menettänyt toimintakykynsä kokonaan. Myös Etelä-Afrikalle laukaistu Kondor-E1 satelliitin kanssa on ollut teknisiä ongelmia.

## 2.1 Signaalitiedustelusatelliitit

Signaalitiedustelusatelliiteilla tarkoitetaan sähkömagneettista säteilyä havaitsevia satelliitteja. Satelliittien havaitseman säteilyn toiminta-alue lienee signaalitiedustelutoiminnalle yleinen 0,1MHz–40GHz. Lähteissä ei juurikaan arvioida satelliittien käyttötarkoitusta signaalitiedustelun eri osa-alueilla, mutta pääsääntöinen käyttö lienee elektroniseen mittaustiedusteluun tiedusteltavien signaalien voimakkuuden takia. Kuuntelutiedustelun toteuttamista haittaa satelliittien lyhyt oleskeluaika kohteiden alueella ja hajasäteilyn tiedusteluun laitteiden tiedusteluvastaanottimien herkkyys ei todennäköisesti riitä.

Venäläisillä on ollut käytössä kolme eri satelliittiperhettä, joista viimeisin on kokonaan Venäjällä tuotettu. Osa aiemmista satelliiteista oli valmistettu Ukrainassa, joten näihin satelliitteihin liittyvää tietotaitoa jäi ulkomaille, vaikka yhteistyö jatkui vielä vuosia Neuvostoliiton hajoamisen jälkeen.

Käytettyjen lähteiden välillä on pieniä eroja satelliittien kuvauksessa, mutta erot ovat tämän tutkimuksen kannalta merkityksettömiä. Jokaisen satelliittiperheen kohdalla on taulukko, josta ilmenee tärkeimmät tiedot kuhunkin perheeseen liittyen.

### 2.1.1 US-P

US-P-sarjan satelliitit oli tarkoitettu valtamerialueiden valvontaan ja niiden toiminta perustui alusten viesti-, tietoliikenne-, tutka- sekä muiden laitteiden läheteiden havaitsemiseen. US-satelliittien sarjaan kuului alun perin US-A-tutkasatelliitti sekä US-P-signaalitiedustelun satelliitti. US-PM-sarjan satelliitit suunniteltiin suorittamaan valvontatehtävä vain yhden tyyppisellä satelliitilla.<sup>61</sup>

---

<sup>61</sup> Krebs, Gunter: *US-P*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/us-p.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/us-p.htm)], luettu 10.12.2016; Zak, Anatoly: *US-A and US-P military satellites*. [<http://www.russianspaceweb.com/us.html>], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *US-PM (US-PU)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/us-pm.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/us-pm.htm)], luettu 10.12.2016.

US-P-sarjan satelliitit käyttivät matalaa LEO-rataa noin 420 kilometrin korkeudessa. Täysi konstellaatio koostui 3 tai 4 satelliitista. Satelliittien ilmoitettu käyttöikä oli noin kaksi vuotta ja satelliitit oli suunniteltu putoamaan radalta tehtävän päätteeksi. Suurin osa satelliiteista putosi radaltaan ennen ilmoitetun kahden vuoden saavuttamista. Molempien satelliittityyppien inkliinaatio oli 65 astetta ja kiertoaika oli noin 93 minuuttia.<sup>62</sup>

US-P-satelliitteja laukaistiin yhteensä 37 kappaletta, joista viimeisin tapahtui vuonna 1993. Ensimmäinen US-PM laukaistiin vuonna 1993 ja Venäjä laukaisi vuoteen 1997 asti vähintään yhden US-PM satelliitin vuodessa, mutta tämän jälkeen vauhti hidastui keskimäärin yhteen laukaisuun joka toinen vuosi. Viimeisin laukaisu tapahtui vuonna 2006 ja yhteensä US-PM-laukaisuja tapahtui 13 kappaletta. Viimeisessä laukaisussa satelliitti tuhoutui ennenaikaisesti satelliitin toimintahäiriön takia.<sup>63</sup>

Taulukko 1: US-P satelliitit

Kosmos nro <sup>64</sup>	Laukaisupäivä <sup>65</sup>	Putoamispäivä <sup>66</sup>	Tyyppi <sup>67</sup>	Nro <sup>68</sup>	Konstellaatio <sup>69</sup> (laukaisupäivänä)
1949	28.5.1988	23.4.1990	US-P	28	
2033	24.7.1989	6.1.1991	US-P	30	
2046	27.9.1989	16.4.1991	US-P	31	
2051	24.11.1989	21.1.1990	US-P	32	
2060	14.3.1990	1.9.1991	US-P	33	P28,P30,P31,P33
2096	23.8.1990	30.8.1992	US-P	34	P30,P31,P33,P34
2103	14.11.1990	3.4.1991	US-P	35	P30,P31,P33,P34,P35
2107	4.12.1990	31.1.1991	US-P	36	P30,P31,P33,P34,P35,P36
2122	18.1.1991	28.3.1993	US-P	37	P31,P33,P34,P35,P36,P37
2238	30.3.1993	10.12.1994	US-PM	1	PM1

<sup>62</sup> Wade, Mark: *US-PU*. [<http://www.astronautix.com/u/us-pu.html>], luettu 10.12.2016; Honkova, Jana: *The Russian Federation's Approach to Military Space and Its Military Space Capabilities*, 2003, s.12, [<http://marshall.org/wp-content/uploads/2013/11/Russian-Space-Nov-13.pdf>], luettu 10.12.2016; Zak, Anatoly: *US-A and US-P military satellites*. [<http://www.russianspaceweb.com/us.html>], luettu 5.5.2017

<sup>63</sup> Krebs, Gunter: *US-P*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/us-p.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/us-p.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *US-PM (US-PU)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/us-pm.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/us-pm.htm)], luettu 10.12.2016; Honkova (2003), s.12,

<sup>64</sup> Krebs, Gunter: *US-P*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/us-p.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/us-p.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *US-PM (US-PU)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/us-pm.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/us-pm.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>65</sup> Ibid.

<sup>66</sup> Wade, Mark: *US-PU*. [<http://www.astronautix.com/u/us-pu.html>], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *US-P*, [<http://www.astronautix.com/u/us-p.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>67</sup> Krebs, Gunter: *US-P*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/us-p.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/us-p.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *US-PM (US-PU)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/us-pm.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/us-pm.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>68</sup> Ibid.

<sup>69</sup> Konstellaatioon on sisällytetty kaikki kiertoradalla olevat satelliitit. Satelliittien toimintakykyyn ei ole otettu kantaa.

2244	28.4.1993	18.3.1995	US-PM	2	PM1,PM2,
2258	7.7.1993	8.6.1995	US-PM	3	PM1,PM2,PM3
2264	17.9.1993	7.8.1995	US-PM	4	PM1,PM2,PM3,PM4
2293	2.11.1994	13.5.1996	US-PM	5	PM1,PM2,PM3,PM4,PM5
2313	8.6.1995	11.7.1997	US-PM	6	PM4,PM5,PM6,
2326	20.12.1995	8.11.1997	US-PM	7	PM5,PM6,PM7
2335	11.12.1996	1.1.1999	US-PM	8	PM6,PM7,PM8
2347	9.12.1997	11.12.1999	US-PM	9	PM8,PM9
2367	26.12.1999	19.7.2002	US-PM	10	PM9,PM10
2383	21.12.2001	20.3.2004	US-PM	11	PM10,PM11
2405	28.5.2004	16.6.2006	US-PM	12	PM12
2421	5.6.2006	24.6.2006	US-PM	13	PM12,PM13

### 2.1.2 Tselina

Tselina-satelliitit ovat yleiskäyttöisiä signaalitiedustelusatelliitteja, joita, toisin kuin US-P-sarjan satelliitteja, ei ole ensisijaisesti tarkoitettu valtamerialueiden valvontaan. Tselina-satelliitti on rakennettu Ukrainassa ja on mahdollisesti vieläkin tuotannossa. Venäjä ja Ukraina sopivat tammikuussa 2001 kahden Tselina-2-satelliitin laukaisusta. Nämä satelliitit laukaistiin vuosina 2005 ja 2008. Ukraina ja Venäjä sopivat vuonna 2008 neljän Tselinan toimituksesta vuoteen 2012 mennessä, mutta uusia Tselinoiden laukaisua ei ole tapahtunut sitten vuoden 2008. Krimin valloituksen ja Itä-Ukrainan sodan takia mahdolliset toimitukset ovat todennäköisesti jäässä.<sup>70</sup>

<sup>70</sup> Hendrickx, Bart: *Snooping on Radars: A History of Soviet/Russian Global Signals Intelligence Satellites*. 2005, [<http://www.bis-space.com/belgium/wp-content/uploads/2015/05/radars.pdf>], luettu 10.12.2016; Yuzhnoye Design Office: *Electronic surveillance spacecraft*. [<http://www.yuzhnoye.com/en/company/history/electronic-surveillance-spacecraft.html>], luettu 6.6.2017; Huttunen & Olli (2002), s. 15, Zak, Anatoly: *Tselina electronic intelligence spacecraft*, [<http://www.russianspaceweb.com/tselina.html>], luettu 10.12.2016; Honkova (2003), s.13



Tselina -satelliiteista on olemassa useita eri versiota: Tselina-O, Tselina-D, Tselina-R sekä Tselina-2. Alkuperäinen Tselina-järjestelmä oli suunniteltu siten että Tselina-O-satelliiteilla suoritettiin laajempaa valvontatehtävää ja Tselina-D-satelliiteilla suoritettiin teknistä- sekä kohdetiedustelua. Tselina-R-satelliitit olivat päivitetty versio Tselina-D-satelliitista, mutta niiden lukumäärä jäi vähäiseksi. Tselina-2 yhdisti molemmat versiot satelliitista ja nämä jäivät myöhemmin ainoiksi käytössä oleviksi Tselina-perheen satelliiteiksi.<sup>71</sup>

Tselina-D-satelliittien konstellatio koostui aluksi kuudesta satelliitista, jotka sijaitsivat 30 asteen päässä toisistaan. Tämä konstellatio pieneni laukaisujen vähentyessä kolmeen satelliittiin, joiden väli oli 60 astetta, kun käyttöön oli otettu jo uudemmat Tselina-2-satelliitit. Tiedonsiirto tapahtui maa-asemille satelliitin saapuessa yhteyttäisyyden päähän. Samalla satelliiteille oli mahdollista ohjelmoida uudet tehtävät seuraavan kiertoaajan ajaksi.<sup>72</sup>

Tselina-D ja -R-satelliitit käyttivät keskikorkeaa LEO-rataa 600–700 kilometrin korkeudessa, inklinaatio oli yleensä noin 82,5 astetta ja kiertoaikat 90–95 minuuttia. Tselina-O-satelliitit käyttivät myös LEO-rataa noin 525 kilometrin korkeudessa inklinaation ollessa noin 74 astetta. Tselina-D, -R sekä -O-satelliittien elinikä oli 6 kuukautta. Tehtävän päättymisen jälkeen satelliitti jäi radalleen, joskin osa vanhimmista satelliiteista on pudonnut radaltaan.<sup>73</sup>

Tselina-2-satelliitit käyttivät korkeampaa 850 kilometrin korkeutta, inklinaatio oli 71 astetta ja kiertoaika 102 minuuttia. Tiedonsiirto maa-asemille tapahtui joko suoraan tai geosynkronoidulla radalla olevan tietoliikennesatelliitin kautta. Satelliitin elinikä oli vuosi ja satelliitti jäi radalleen tehtävän päättyttyä.<sup>74</sup>

<sup>71</sup> Yuzhnoye Design Office: *Electronic surveillance spacecraft*.

[<http://www.yuzhnoye.com/en/company/history/electronic-surveillance-spacecraft.html>], luettu 6.6.2017; Wade, Mark: *Tselina-O*. [<http://www.astronautix.com/t/tselina-o.html>], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Tselina-R (11F619M)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-r.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-r.htm)], luettu 10.12.20; Krebs, Gunter: *Tselina-2 (11F644)*, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-2.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>72</sup> Krebs, Gunter: *Tselina-D (11F619, Ikar)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-d.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-d.htm)], luettu 10.12.2016; Zak, Anatoly: *Tselina electronic intelligence spacecraft*, [<http://www.russianspaceweb.com/tselina.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>73</sup> Zak, Anatoly: *Tselina electronic intelligence spacecraft*, [<http://www.russianspaceweb.com/tselina.html>], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Tselina*, [<http://www.astronautix.com/t/tselina.html>], luettu 10.12.2016; Yuzhnoye Design Office: *Electronic surveillance spacecraft*, [<http://www.yuzhnoye.com/en/company/history/electronic-surveillance-spacecraft.html>], luettu 6.6.2017; N2YO.COM: *Tselina satellites*, [<https://www.n2yo.com/satellites/?c=44>], luettu 6.6.2017.

<sup>74</sup> Yuzhnoye Design Office: *Electronic surveillance spacecraft*, [<http://www.yuzhnoye.com/en/company/history/electronic-surveillance-spacecraft.html>], luettu 6.6.2017; N2YO.COM: *Tselina satellites*, [<https://www.n2yo.com/satellites/?c=44>], luettu 6.6.2017.

Tselina-perheen satelliitteja on laukaistu yhteensä 137 kappaletta. Näistä 69 kappaletta on ollut D-mallia, 41 kappaletta on ollut O-mallia, 4 kappaletta on ollut R-mallia ja 23 kappaletta on ollut 2-mallia. Ensimmäinen onnistunut laukaisu tapahtui lokakuussa vuonna 1967, jolloin laukaistiin O-tyypin satelliitti. Viimeisin laukaisu tapahtui vuonna 2007, jolloin laukaistiin 2-tyypin satelliitti.<sup>75</sup>

Taulukko 2: Tselina

Kosmos nro <sup>76</sup>	Laukaisu-päivä <sup>77</sup>	Laskennallinen päättymispäivä <sup>78</sup>	Tyyppi <sup>79</sup>	Nro <sup>80</sup>	Konstellatio <sup>81</sup> (laukaisupäivänä)
2058	30.1.1990	30.7.1990	Tselina-R	2	R2
2082	22.5.1990	22.5.1991	Tselina-2	7	R2,2-7
2102	4.10.1990	Epäonnistui <sup>82</sup>	Tselina-2	8	2-7
2151	13.6.1991	13.12.1991	Tselina-R	3	R3
2155	30.8.1991	Epäonnistui <sup>83</sup>	Tselina-2	9	
2180	5.2.1992	Epäonnistui <sup>84</sup>	Tselina-2	10	
2219	17.11.1992	17.11.1993	Tselina-2	11	2-11
2221	24.11.1992	24.5.1993	Tselina-D	67	2-11,D67
2227	25.12.1992	25.12.1993	Tselina-2	12	2-11,D67,2-12
2228	25.12.1992	25.6.1993	Tselina-D	68	2-11,D67, 2-12,D68
2237	26.3.1993	26.3.1994	Tselina-2	13	2-11,D67, 2-12,D68,2-13

<sup>75</sup> Krebs, Gunter: *Tselina-D (11F619, Ikar)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-d.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-d.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Tselina-O (11F616)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-o.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-o.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Tselina-R (11F619M)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-r.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-r.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Tselina-2 (11F644)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-2.htm)], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Tselina*. [<http://www.astronautix.com/t/tselina.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>76</sup> Krebs, Gunter: *Tselina-D (11F619, Ikar)*, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-d.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-d.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Tselina-R (11F619M)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-r.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-r.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Tselina-2 (11F644)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-2.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>77</sup> Ibid.

<sup>78</sup> Päättymispäivä on laskettu käyttäen 6 kuukauden (R- ja D-mallit) ja 12 kuukauden (2-malli) oletettua elinikää laukaisupäivästä.

<sup>79</sup> Krebs, Gunter: *Tselina-D (11F619, Ikar)*, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-d.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-d.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Tselina-R (11F619M)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-r.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-r.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Tselina-2 (11F644)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-2.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>80</sup> Ibid.

<sup>81</sup> Konstellatioon on sisällytetty kaikki kiertoradalla olevat satelliitit joiden laskennallinen päättymispäivä ei ole vielä koittanut. Satelliittien toimintakykyyn ei ole otettu kantaa.

<sup>82</sup> Krebs, Gunter: *Tselina-2 (11F644)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-2.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>83</sup> Ibid.

<sup>84</sup> Ibid.

2242	16.4.1993	16.10.1993	Tselina-R	4	2-11,D67, 2-12,D68, 2-13,R4
2263	16.9.1993	16.9.1994	Tselina-2	14	2-11,2-12,D68, 2-13 R4
2278	23.4.1994	23.4.1995	Tselina-2	15	2-14,2-15
2281	25.5.1994	Epäonnistui <sup>85</sup>	Tselina-D	69	2-14,2-15
2297	24.11.1994	24.11.1995	Tselina-2	16	2-15,2-16
2322	31.10.1995	31.10.1996	Tselina-2	17	2-16,2-17
2333	4.9.1996	4.9.1997	Tselina-2	18	2-18
2343	20.5.1997	Epäonnistui <sup>86</sup>	Tselina-2	19	2-18
2360	28.7.1998	28.7.1999	Tselina-2	20	2-20
2369	3.2.2000	3.2.2001	Tselina-2	21	2-21
2406	10.6.2004	10.6.2005	Tselina-2	22	2-22
2428	29.6.2007	29.6.2008	Tselina-2	23	2-23

### 2.1.3 Liana

Liana on uusiin signaalitiedustelusatelliittien perhe, joka koostuu kahdesta eri satelliitista. Lotos-satelliiteilla on tarkoitus korvata Tselina-2-satelliitit ja Pion-NKS-satelliiteilla US-PM-satelliitit.<sup>87</sup>

Pion-NKS-satelliitista ei juuri ole saatavilla tietoa, sillä satelliitteja ei ole vielä tiedettävästi laukaistu. Sputnikin sivuilla julkaistun artikkelin mukaan vuosien 2009–2014 välillä laukaistiin kaksi Pion-NKS-satelliittia, mutta tietoa ei löydy muista lähteistä. Russianspaceweb-sivustolla kerrotaan, että KB Arsenalin mukaan ensimmäinen Pion-NKS-satelliitti lentäisi vuonna 2015, mutta myöhemmin lausuttiin satelliitin testien jatkuvan. Satelliitti on suunniteltu sisältämään sekä signaalitiedusteluvälineistön että tutkan. Satelliitti toimii mahdollisesti SSO-radalla ja voimanlähteenä ovat aurinkopaneelit.<sup>88</sup>

<sup>85</sup> Krebs, Gunter: *Tselina-D (11F619, Ikar)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-d.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-d.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>86</sup> Krebs, Gunter: *Tselina-2 (11F644)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-2.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>87</sup> Zak, Anatoly: *Lotos-S spacecraft for the Liana system*. [<http://www.russianspaceweb.com/liana.html>], luettu 10.12.2016; Spaceflight101.com: *Liana Electronic Intelligence Program*.

[<http://spaceflight101.com/spacecraft/liana-electronic-intelligence-program/>], luettu 5.5.2017.

<sup>88</sup> Sputnik International: *Russia's 'Liana' Satellites Can Keep an Eye on Ships, Subs or Even Fishing Boats*, [<https://sputniknews.com/military/201701141049601090-russia-liana-satellite-network-details/>], luettu 5.5.2017; Zak, Anatoly: *Lotos-S spacecraft for the Liana system*. [<http://www.russianspaceweb.com/liana.html>], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Pion-NKS (14F139)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/pion-nks.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/pion-nks.htm)], luettu 10.12.2016.

Lotos-satelliitista on olemassa kahta eri versiota. Lotos-S oli Liana-järjestelmän ensimmäinen laukaistu satelliitti, joka oli ilmeisesti kehitysversio, sillä sen laukaisu jäi yksittäistapaukseksi. Tämän jälkeen laukaistujen satelliittien tyyppi on ollut Lotos-S1. Pitkän aikavälin satelliittien laukaisussa on epäilty johtuneen satelliitissa ilmenneistä ongelmista, jotka on kuitenkin kiistetty. Toisaalta on uutisoitu tauon nimenomaan johtuneen lukuisista ongelmista ensimmäisen satelliitin kanssa.<sup>89</sup>

Molemmilla tyypeillä on sama LEO rata noin 900 kilometrin korkeudessa, inkliinaatio on 67,1 astetta ja kiertoaika 103 minuuttia. Satelliittien elinikä ei ole tiedossa, eikä tiedetä, pysyykö satelliitti radallaan tehtävän päättyessä. Tämänhetkinen konstellatio koostuu kahdesta satelliitista, joiden erotus on 90 astetta. Uudempi Lotos-S1-satelliitti sijaitsee vanhemman Lotos-S-satelliitin etupuolella suhteessa satelliittien lentorataan. Uusin satelliitti sijaitsee vanhimpaan satelliittiin suhteutettuna peilikuvaradalla, mikä tukee oletusta ensimmäisen satelliitin toimintakyvyttömyydestä.<sup>90</sup>

---

<sup>89</sup> Krebs, Gunter: *Lotos-S (14F138)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/lotos-s.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/lotos-s.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Lotos (14F145)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/lotos.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/lotos.htm)], luettu 10.12.2016; Honkova (2003), s.14; Sputnik International: *Russia Works on New-Generation Space Radio Intelligence System*. [<https://sputniknews.com/military/201701101049431322-space-radio-intelligence-system/>], luettu 5.5.2017.

<sup>90</sup> N2YO.COM: *COSMOS 2455 Satellite details 2009-063A NORAD 36095*. [<https://www.n2yo.com/satellite/?s=36095>], luettu 1.9.2017; N2YO.COM: *COSMOS 2502 Satellite details 2014-086A NORAD 40358*, [<https://www.n2yo.com/satellite/?s=40358>], luettu 1.9.2017; N2YO.COM: *COSMOS 2524 Satellite details 2017-076A NORAD 43032*. [<https://www.n2yo.com/satellite/?s=43032>], luettu 1.9.2017; Krebs, Gunter: *Lotos-S (14F138)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/lotos-s.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/lotos-s.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Lotos (14F145)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/lotos.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/lotos.htm)], luettu 10.12.2016; Zak, Anatoly: *Lotos-S spacecraft for the Liana system*. [<http://www.russianspaceweb.com/liana.html>], luettu 10.12.2016; N2YO.COM: *LIVE REAL TIME SATELLITE TRACKING AND PREDICTIONS COSMOS 2502 COSMOS 2455 COSMOS 2524*. [<https://www.n2yo.com/?s=40358|36095|43032>], luettu 1.9.2017.

Taulukko 3: Liana

Kosmos nro <sup>91</sup>	Laukaisupäivä <sup>92</sup>	Huom.	Tyyppi <sup>93</sup>	Nro <sup>94</sup>	Konstellaatio <sup>95</sup> (laukaisupäivänä )
2455	20.11.2009	Mahdollisesti toimintakyvyttö n <sup>96</sup>	Lotos-S	1	S1
2502	25.12.2014		Lotos-S1	1	S1,S1-1
2524	2.12.2017		Lotos-S1	2	S1,S1-1,S1-2

### 2.1.4 Olimp-K

Olimp-K-satelliitin epäillään olevan tietoliikenne- ja signaalitiedustelusatelliitin yhdistelmä. Satelliitista käytetään myös nimeä Lutš, mikä viittaa kevyempiin siviilitietoliikennesatelliitteihin. Satelliitin harhauttavan nimeämiseen on arvioitu liittyneet venäläisten haluun piilottaa satelliitin todellinen käyttötarkoitus.<sup>97</sup>

Satelliitti laukaistiin 27.9.2014 ja se saavutti asemansa geostationarisella kiertoradalla 28.9.2014, jonka sijainti oli pituusasteessa 55 itäistä. Tämän jälkeen satelliitti on liikehtinyt useasti uusiin asemapaikkoihin. Satelliitti sijaitsi 1.9.2017 pituusasteessa 32,7 itäistä ja on jatkanut liikehtimistä tämän jälkeen. Viimeisin tarkastettu sijainti 10.3.2018 on pituusasteessa 42,6 itäistä<sup>98</sup>.

<sup>91</sup> Krebs, Gunter: *Lotos-S (14F138)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/lotos-s.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/lotos-s.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Lotos (14F145)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/lotos.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/lotos.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>92</sup> Ibid.

<sup>93</sup> Ibid.

<sup>94</sup> Ibid.

<sup>95</sup> Konstellaatioon on sisällytetty kaikki kiertoradalla olevat satelliitit. Satelliittien toimintakykyyn ei ole otettu kantaa.

<sup>96</sup> Honkova (2003), s.14

<sup>97</sup> Krebs, Gunter: *Luch (Olimp-K)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/olimp-k.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/olimp-k.htm)], luettu 5.5.2017; Zak, Anatoly: *Proton successfully returns to flight delivering a secret Olymp satellite*. [<http://www.russianspaceweb.com/olymp.html>], luettu 5.5.2017.

<sup>98</sup> Zak, Anatoly: *Proton successfully returns to flight delivering a secret Olymp satellite*.

[<http://www.russianspaceweb.com/olymp.html>], luettu 5.5.2017, N2YO.COM: *LUCH (OLYMP) Satellite details 2014-058A NORAD 40258*. [<https://www.n2yo.com/satellite/?s=40258>], luettu 1.9.2017; N2YO.COM: *LUCH (OLYMP) Satellite details 2014-058A NORAD 40258*. [<https://www.n2yo.com/satellite/?s=40258>], luettu 10.3.2018.

Russianspaceweb-sivustolla ehdotetaan, että Olimp-K on sotilastietoliikennesatelliitti.<sup>99</sup> Geostationaarinen rata mahdollistaisi pitkäkestoisen SIGINT-toiminnan<sup>100</sup>, mutta satelliitin mahdollista SIGINT-roolia ei pystytä vahvistamaan.

Taulukko 4: Olimp-K

Kosmos nro <sup>101</sup>	Laukaisupäivä <sup>102</sup>	Tyyppi <sup>103</sup>	Nro <sup>104</sup>
(2501) <sup>105</sup> Nimetty LUCH (OLYMP)	27.9.2014	Olimp-K	1

## 2.2 Elektro-optiset sekä optiset kuvaussatelliitit

Elektro-optisilla ja optisilla kuvaussatelliiteilla tarkoitetaan kuvaa tuottavia satelliitteja, jotka toimivat joko näkyvän valon alueella tai näkyvän valon sekä sitä lähellä olevien infrapuna- ja ultraviolettialueiden alueilla. Kuva voidaan tuottaa joko filmille tai digitaaliseen muotoon. Filmillä toimivien satelliittien ikää rajoittaa lähtökohtaisesti satelliittiin mahtuvan filmin määrä, eivätkä kuvat ole luonnollisesti käytössä kuin vasta filmin käsittelyn jälkeen. Digitaaliseen muotoon kehitetyt kuvat voidaan siirtää tarvittaessa reaaliajassa käyttäjälle tai, jos käytössä on riittävät viestiyhteydet, itse kuvaa voidaan seurata reaaliajassa. Filmittömyys myös lisää satelliitin elinikää.

Näkyvän valon alueen käyttöä rajoittavat erityisesti valaisu- ja sääolosuhteet. Pilvisuus ja pimeys estävät tiedustelun. Tiedustelun ulottaminen infrapuna- ja ultraviolettisäteilyn alueelle vähentää sään ja pimeyden vaikutusta jonkin verran, mutta ei mahdollista toimintaa epäsuotuisissa olosuhteissa. Lämpöinfrapuna-alueen käyttö tiedusteluun mahdollistaisi toiminnan lämpö tuottavia kohteita vastaan valaistus- ja sääolosuhteista huolimatta, mutta aluetta tiedusteluun käyttäviä satelliitteja ei ole tiettävästi operatiivisessa käytössä.<sup>106</sup>

<sup>99</sup> Zak, Anatoly: *Proton successfully returns to flight delivering a secret Olymp satellite*.

[<http://www.russianspaceweb.com/olymp.html>], luettu 5.5.2017

<sup>100</sup> Pitkäkestoinen paikallaanolo mahdollistaisi tietoliikenteen jatkuvan kuuntelun tietyllä alueella. Normaalia kiertorataa käyttävän satelliitin kuunteluaika tietyllä maantieteelliselle alueelle on noin yksi tunti.

<sup>101</sup> Krebs, Gunter: *Luch (Olimp-K)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/olimp-k.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/olimp-k.htm)], luettu 5.5.2017.

<sup>102</sup> Ibid.

<sup>103</sup> Ibid.

<sup>104</sup> Ibid.

<sup>105</sup> Zak, Anatoly: *Proton successfully returns to flight delivering a secret Olymp satellite*.

[<http://www.russianspaceweb.com/olymp.html>], luettu 5.5.2017. Numero annettiin käyttöön myöhemmin laukaistulle GLONASS-satelliitille. Krebs, Gunter: *Uragan-K1 (GLONASS-K1)*.

[[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/uragan-k1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/uragan-k1.htm)], luettu 5.5.2017.

<sup>106</sup> Kosola & Solanne (2013), s. 347-348

Venäläisillä on ollut käytössä kuuden eri perheen satelliitteja. Näihin satelliittiperheisiin kuuluu useita erityyppisiä satelliitteja. Satelliittien monimuotoisuus voi johtua useista erisyistä, mutta yksi todennäköinen vaihtoehto on erityyppiset tehtävävaatimukset satelliiteille. Osaa satelliiteista on todennäköisesti käytetty kaukokartoitustehtäviin, jotka länsimaissa on hoidettu siviilisatelliiteilla.

Neuvostoliitolta jääneiden, pääosin filmikäyttöisten satelliittien, korvaaminen on osoittautunut ongelmalliseksi Venäjälle. Ilmoituksia uusista projekteista on annettu tasaisin väliajoin, mutta useat projektit ovat kärsineet rahoituksen puutteesta sekä teknisistä ongelmista. Siviilisektori on tyytynyt käyttämään vanhoista tiedustelusatelliiteista jatkokehitettyjä satelliitteja.

Käytettyjen lähteiden välillä on pieniä eroja satelliittien kuvauksessa, mutta erot ovat tämän tutkimuksen kannalta merkityksettömiä. Jokaisen satelliittiperheen kohdalla on taulukko, josta ilmenee tärkeimmät tiedot kuhunkin perheeseen liittyen.

### 2.2.1 Zenit

Zenit-satelliitit olivat ensimmäisiä Neuvostoliiton kuvaustiedustelusatelliitteja. Zenit-satelliiteista on olemassa ainakin kymmenen eri versiota. Tässä alaluvussa käsitellään vain tutkimuksen aikarajauksen aikana käytössä ollutta Zenit-8-tyyppiä.<sup>107</sup>

Zenit-perheen satelliitteja on laukaistu yhteensä 687 kappaletta, joista 102 on ollut mallia Zenit-8. Zenit-8-tyypin ensimmäinen laukaisu tapahtui kesäkuussa 1984 ja viimeisin laukaisu tapahtui vuonna 1994. Lisälaukaisuja ei ole syytä olettaa tapahtuvan, sillä viimeisestä laukaisusta on kulunut kohta 15 vuotta.<sup>108</sup>

<sup>107</sup> Wade, Mark: *Zenit satellite*. [<http://www.astronautix.com/z/zenitsatellite.html>], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Military Spacecraft - USSR - Russia*. [[http://space.skyrocket.de/directories/sat\\_mil\\_ussr\\_russia.htm](http://space.skyrocket.de/directories/sat_mil_ussr_russia.htm)], luettu 5.5.2017.

<sup>108</sup> Krebs, Gunter: *Zenit-2M (Gektor, 11F690)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-2m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-2m.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Zenit-2M-NKh (Gektor-Priroda, 11F690)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-2mnkh.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-2mnkh.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Zenit-4 (11F69)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-4.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-4.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Zenit-4M (Rotor, 11F691)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-4m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-4m.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Zenit-4MK (Germes, 11F692)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-4mk.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-4mk.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Zenit-4MKM (Gerakl, 11F692M)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-4mkm.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-4mkm.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Zenit-4MKT (Fram, 11F635)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-4mkt.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-4mkt.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Zenit-4MT (Orion, 11F629)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-4mt.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-4mt.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Zenit-6U (Argon, 11F645)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-6u.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-6u.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Zenit-8 (Oblik, 17F116)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-8.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-8.htm)], luettu 10.12.2016.

Zenit-8 tunnetaan myös nimellä Oblik. Järjestelmään kuului yksi kamera, jota voitiin kääntää 40 astetta satelliitin molemmille puolille ja satelliitilla oli kyky liikehtiä radallaan. Satelliittia käytettiin useimmiten lievästi elliptisillä radoilla 350–420 kilometrin korkeudessa, tyypillinen kiertoaika oli 88,5 minuuttia, inkliinaation noin 82 astetta ja tehtävän keston alle 15 päivää. Tehtävän päätteeksi filmi palautettiin paluukapselilla ja satelliitti laskettiin radaltaan.

Kaksi viimeistä laukaisua olivat eri ministeriöiden yhteiskäyttöön tarkoitettuja laukaisuja. Satelliitin hyötykuorma on todennäköisesti ollut sama kuin aiemmissa vain sotilaskäyttöön tarkoitetuissa laukaisuissa. Zenit-perheen satelliitteja on myöhemmin käytetty siviilikäyttöön suunniteltujen Resurs-F-satelliittien pohjana.<sup>109</sup>

Taulukko 5: Zenit-8

Kosmos nro <sup>110</sup>	Laukaisupäivä <sup>111</sup>	Kesto <sup>112</sup>	Tyyppi <sup>113</sup>	Nro <sup>114</sup>
2055	17.1.1990	12	Zenit-8	89
2062	22.3.1990	14	Zenit-8	90
2073	17.4.1990	11	Zenit-8	91
2083	19.6.1990	14	Zenit-8	92
2086	20.7.1990	14	Zenit-8	93
2099	31.8.1990	14	Zenit-8	94
2104	16.11.1990	18	Zenit-8	95
2120	26.12.1990	22	Zenit-8	96
2121	17.1.1991	24	Zenit-8	97
2136	6.3.1991	14	Zenit-8	98
2152	9.7.1991	14	Zenit-8	99
2207	30.7.1992	14	Zenit-8	100
2260	22.7.1993	14	Zenit-8 Resurs-T <sup>115</sup>	101
2281	7.6.1994	22	Zenit-8 Priroda <sup>116</sup>	102

<sup>109</sup> Wade, Mark: *Zenit-8*. [<http://www.astronautix.com/z/zenit-8.html>], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Zenit-8 (Oblik, 17F116)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-8.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-8.htm)], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Zenit-8*. [<http://www.astronautix.com/z/zenit-8.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>110</sup> Krebs, Gunter: *Zenit-8 (Oblik, 17F116)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-8.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-8.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>111</sup> Ibid.

<sup>112</sup> Wade, Mark: *Zenit-8*. [<http://www.astronautix.com/z/zenit-8.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>113</sup> Krebs, Gunter: *Zenit-8 (Oblik, 17F116)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-8.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-8.htm)], luettu 10.12.2016..

<sup>114</sup> Ibid.

<sup>115</sup> Krebs, Gunter: *Zenit-8 (Oblik, 17F116)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-8.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-8.htm)], luettu 10.12.2016.

Yhteiskäyttöoperaationimi



## 2.2.2 Jantar

Jantar-satelliitit ovat toisen sukupolven Neuvostoliittolaisia kuvaustiedustelusatelliitteja, joiden ensimmäiset versiot otettiin käyttöön jo 1970-luvulla. Jantar-satelliittiperhe käsittää useita erityyppisiä satelliitteja, joita on ainakin seitsemää eri tyyppiä. Tässä luvussa käsitellään vain tutkimuksen aikarajauksen aikana käytössä olleet tyypit.<sup>117</sup>

Jantar-1KFT-satelliitista on käytetty myös nimeä Kometa. Järjestelmä sisälsi Jahont-1-kuvaskaluston, joka koostui laajakuvakamerasta sekä korkearesoluutiokamerasta. Laajakuvakamera otti kuvia, joissa kuvattavan alueen koko oli 200 kertaa 300 kilometriä 10 metrin resoluutiolla. Korkearesoluutiokameran kuvissa kuvattavan alueen koko oli 40 kertaa 40 kilometriä 2 metrin resoluutiolla.

Satelliitti käytti filmiä kuvaamiseen ja tehtävän päätyttyä koko Jakont-1 palasi takaisin maahan ennalta määritettyyn paikkaan, kuvauskalusto sekä filmi mukanaan. Satelliitti käytti matalaa 207–240 kilometrin LEO-rataa, tyypillinen inkliinaatio oli 65 astetta ja suunniteltu tehtävän kesto 40 päivää. Satelliitin pääasiallinen käyttötarkoitus oli kaukokartoitus.<sup>118</sup>

Taulukko 6: Jantar-1

Kosmos nro <sup>119</sup>	Laukaisupäivä <sup>120</sup>	Kesto <sup>121</sup>	Rata <sup>122</sup>	Tyyppi <sup>123</sup>	Nro <sup>124</sup>
2078	15.5.1990	44	280x196	Jantar-1KFT	12
2134	15.2.1991	45	306x190	Jantar-1KFT	13
2174	17.12.1991	44	306x193	Jantar-1KFT	14
2185	29.4.1992	43	274x209	Jantar-1KFT	15
2243	27.4.1993	9	233x189	Jantar-1KFT	16
2284	29.7.1994	44	274x211	Jantar-1KFT	17

<sup>116</sup> Krebs, Gunter: *Zenit-8 (Oblik, 17F116)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-8.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-8.htm)], luettu 10.12.2016. Yhteiskäyttöoperaationimi

<sup>117</sup> Wade, Mark: *Yantar-2K*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-2k.html>], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Military Spacecraft - USSR - Russia*. [[http://space.skyrocket.de/directories/sat\\_mil\\_ussr\\_russia.htm](http://space.skyrocket.de/directories/sat_mil_ussr_russia.htm)], luettu 5.5.2017.

<sup>118</sup> Krebs, Gunter: *Yantar-1KFT (Kometa, Siluet, 11F660)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-1kft.html](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-1kft.html)], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Yantar-1KFT*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-1kft.html>], luettu 10.12.2016; Zak, Anatoly: *Yantar-1KFT (Kometa)*. [<http://www.russianspaceweb.com/Yantar-1kft-kometa.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>119</sup> Wade, Mark: *Yantar-1KFT*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-1kft.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>120</sup> Ibid.

<sup>121</sup> Wade, Mark: *Yantar*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>122</sup> Ibid.

<sup>123</sup> Wade, Mark: *Yantar-1KFT*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-1kft.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>124</sup> Ibid.

2333a	14.5.1996	Epäonnistui <sup>125</sup>		Jantar-1KFT	18
2349	17.2.1998	44	327x212	Jantar-1KFT	19
2373	29.9.2000	46	285x211	Jantar-1KFT	20
2415	2.9.2005	44	272x205	Jantar-1KFT	21

Jantar-4K2-satelliitista käytetään myös nimeä Kobalt. Kuten Jantar-1, myös Jantar-4K2 käytti filmiä kuvaamiseen, mutta siinä oli filmin palauttamista varten kaksi pienempää paluukapselia. Toisessa lähteessä palautuskapselien määräksi väitetään 22, mutta se lienee virhe, sillä samaisella sivustolla satelliitin jatkokehityksen sivulla palautuskapselien määräksi kerrotaan kaksi ja myös satelliitin runko on paluukykyinen.<sup>126</sup>

Satelliitti käytti matalaa ja elliptistä LEO-rataa, jonka apogeum oli tyypillisesti noin 300–370 kilometriä ja perigeum tyypillisesti noin 160–190 kilometriä.<sup>127</sup> Satelliitin rataa pystyttiin manipuloimaan käyttämällä satelliitin ohjausmoottoreita lennon aikana, jotta satelliitti saatiin haluttujen kohteiden päälle. Ratoja muutettiin useiden tehtävien aikana, jolloin myös ratakorkeudet muuttuivat. Inklinaatiot vaihtelivat 62 ja 68 asteen välillä tehtävän keston ollessa alkuvaiheessa noin kaksi kuukautta. Viimeisimmissä laukaisuissa tehtävien kesto kasvatettiin neljään kuukauteen<sup>128</sup>.

Taulukko 7, Jantar-4K2

Kosmos nro <sup>129</sup>	Laukaisupäivä <sup>130</sup>	Kesto <sup>131</sup>	Rata <sup>132</sup>	Tyyppi <sup>133</sup>	Nro <sup>134</sup>
2057	25.1.1990	53	330x183	Jantar-4K2	50
2064	3.4.1990	Epäonnistui <sup>135</sup>		Jantar-4K2	51
2077	7.5.1990	58	328x182	Jantar-4K2	52
2085	3.7.1990	Epäonnistui <sup>136</sup>		Jantar-4K2	53

<sup>125</sup> Krebs, Gunter: *Yantar-1KFT (Kometa, Siluet, 11F660)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-1kft.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-1kft.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>126</sup> Krebs, Gunter: *Yantar-4K2 (Kobalt, 11F695)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4k2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4k2.htm)], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Yantar-4K2*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-4k2.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>127</sup> Wade, Mark: *Yantar*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>128</sup> Krebs, Gunter: *Yantar-4K2 (Kobalt, 11F695)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4k2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4k2.htm)], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Yantar*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>129</sup> Krebs, Gunter: *Yantar-4K2 (Kobalt, 11F695)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4k2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4k2.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>130</sup> Ibid.

<sup>131</sup> Wade, Mark: *Yantar*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>132</sup> Ibid.

<sup>133</sup> Krebs, Gunter: *Yantar-4K2 (Kobalt, 11F695)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4k2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4k2.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>134</sup> Ibid.

<sup>135</sup> Ibid.

<sup>136</sup> Ibid.

2089	3.8.1990	59	320x187	Jantar-4K2	54
2102	16.10.1990	57	340x184	Jantar-4K2	55
2108	4.12.1990	55	289x164	Jantar-4K2	56
2124	7.2.1991	59	316x186	Jantar-4K2	57
2138	26.3.1991	59	343x161	Jantar-4K2	58
2149	24.5.1991	41	285x173	Jantar-4K2	59
2156	19.9.1991	59	345x160	Jantar-4K2	60
2171	20.11.1991	59	321x187	Jantar-4K2	61
2175	21.1.1992	59	347x158	Jantar-4K2	62
2182	1.4.1992	59	284x166	Jantar-4K2	63
2186	28.5.1992	57	327x187	Jantar-4K2	64
2203	24.7.1992	60	311x189	Jantar-4K2	65
2210	22.9.1992	59	353x160	Jantar-4K2	66
2220	20.11.1992	59	341x164	Jantar-4K2	67
2231	19.1.1993	65	342x163	Jantar-4K2	68
2240	2.4.1993	66	320x188	Jantar-4K2	69
2259	14.7.1993	11	349x168	Jantar-4K2	70
2274	17.3.1994	65	372x176	Jantar-4K2	71
2283	20.7.1994	71	313x179	Jantar-4K2	72
2311	22.3.1995	70	316x178	Jantar-4K2	73
2314	28.6.1995	70	316x175	Jantar-4K2	74
2331	14.3.1996	89	291x159	Jantar-4K2	75
2333b	20.6.1996	Epäonnistui <sup>137</sup>		Jantar-4K2	76
2348	15.12.1997	120	327x212	Jantar-4K2	77
2358	24.6.1998	120	316x167	Jantar-4K2	78
2365	18.8.1999	119	338x184	Jantar-4K2	79
2377	29.5.2001	131	261x170	Jantar-4K2	80
2387	25.2.2002	122	297x168	Jantar-4K2	81

<sup>137</sup> Krebs, Gunter: *Yantar-4K2 (Kobalt, 11F695)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4k2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4k2.htm)], luettu 10.12.2016.

Jantar-4K2:n kehittyneemmästä 4K2M-versiosta käytetään myös nimeä Kobalt-M. Kobalt-M on myös filmitoiminen ja palautuskapseleita käyttävä tiedustelusatelliitti ja palautuskapselien määrä on sama kuin 4K2-versiossa. Kobalt-M:n kamera on paranneltu versio vanhasta mallista ja uuden kameran resoluutio on 0,3 metriä pikseliä kohden. Satelliittien rataominaisuudet eivät eronneet aiemmista muuten kuin että myöhemmissä Kobalt-M-laukaisuissa inkliinaatiota kasvatettiin 81 asteeseen ja tehtävien kesto uusilla versioilla vaihteli kolmen ja kuuden kuukauden välillä<sup>138</sup>

Taulukko 8: Jantar-4K2M

Kosmos nro <sup>139</sup>	Laukaisupäivä <sup>140</sup>	Kesto <sup>141</sup>	Rata <sup>142</sup>	Tyyppi <sup>143</sup>	Nro <sup>144</sup>
2410	24.9.2004	107	348x208	Jantar-4K2M	1
2420	3.5.2006	77	349x178	Jantar-4K2M	2
2427	7.6.2007	76	339x167	Jantar-4K2M	3
2445	14.11.2008	129	327x181	Jantar-4K2M	4
2450	29.4.2009	90	282x180	Jantar-4K2M	5
2462	16.4.2010	95	270x180	Jantar-4K2M	6
2472	27.6.2011	191	338x217	Jantar-4K2M	7
2480	17.5.2012	130	280x199	Jantar-4K2M	8
2495	6.5.2014	120	253x203	Jantar-4K2M	9
2505	5.6.2015	105	285x177	Jantar-4K2M	10

<sup>138</sup> Honkova (2003), s.14; Wade, Mark: *Yantar*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar.html>], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Yantar-4K2M (Kobalt-M, 11F695M)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4k2m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4k2m.htm)], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Yantar-4K2M (Kobalt-M, 11F695M)*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-4k2mbalt-m11f695m.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>139</sup> Krebs, Gunter: *Yantar-4K2M (Kobalt-M, 11F695M)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4k2m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4k2m.htm)], luettu 10.12.2016

<sup>140</sup> Ibid.

<sup>141</sup> Wade, Mark: *Yantar*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>142</sup> Ibid.

<sup>143</sup> Krebs, Gunter: *Yantar-4K2M (Kobalt-M, 11F695M)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4k2m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4k2m.htm)], luettu 10.12.2016

<sup>144</sup> Ibid.

Jantar-4KS1-satelliiteista käytetään myös nimeä Terilen ja sen kehittyneemmästä 4KS1M-versiosta Neman. Jantar-4KS1 oli ensimmäinen neuvostoliittolainen filmiä käyttämätön kuvaussatelliitti ja sillä kyettiin ottamaan sekä näkyvän valon että infrapuna-alueen kuvia. Infrapuna-alueella toiminta mahdollisti kuvien ottamisen matalissa valaisuoloosuhteissa. Tiedossa ei ole tarkoittaako infrapuna lähi-infrapuna-aluetta ja/tai lämpöinfrapuna-aluetta, mutta kyseessä on todennäköisesti lähi-infrapuna-alue.<sup>145</sup>

Terilen-mallin kameran resoluutio on noin metrin ja Neman-mallin alle metrin luokkaa. Tiedonsiirto maahan tapahtui geosynkronisella radalla olevan tiedonsiirtosatelliitin kautta.<sup>146</sup> Tämä oli merkittävä edistysaskel, sillä aiemmin kuvia piti odottaa joko tehtävän päättymiseen tai paluukapselin käyttöön asti.

Tyypillisinä ratoina käytettiin lievästi ellipsisiä LEO-ratoja 230–280 kilometrin sekä 180–270 kilometrin korkeudessa. Inkliinaatio oli tyypillisesti 64,9 astetta ja kiertoaika noin 90 minuuttia, mutta kahden laukaisun inkliinaatio oli 70,4 astetta. Tehtävän kesto oli korkeammalla radalla parhaimmillaan yli vuoden ja matalammalla (elliptisemmällä) parhaimmillaan puoli vuotta.<sup>147</sup>

---

<sup>145</sup> Krebs, Gunter: *Yantar-4KS1 (Terilen, 11F694)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4ks1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4ks1.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Yantar-4KS1M (Neman, 17F117)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4ks1m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4ks1m.htm)], luettu 10.12.2016; IHS Jane's Intelligence Review: *Russia encounters hurdles in satellite development and expansion*. [[http://www.janes.com/images/assets/764/71764/Russia\\_encounters\\_hurdles\\_in\\_satellite\\_development\\_and\\_expansion.pdf](http://www.janes.com/images/assets/764/71764/Russia_encounters_hurdles_in_satellite_development_and_expansion.pdf)], luettu 1.9.2017.

<sup>146</sup> Wade, Mark: *Yantar-4KS1*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-4ks1.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>147</sup> Krebs, Gunter: *Yantar-4KS1 (Terilen, 11F694)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4ks1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4ks1.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Yantar-4KS1M (Neman, 17F117)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4ks1m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4ks1m.htm)], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Yantar-4KS1*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-4ks1.html>], luettu 10.12.2016.  
12.2016.

Taulukko 9: Jantar-4KS1 &amp; Jantar-4KS1M

Kosmos nro <sup>148</sup>	Laukaisupäivä <sup>149</sup>	Kesto <sup>150</sup>	Rata <sup>151</sup>	Tyyppi <sup>152</sup>	Nro <sup>153</sup>
2072	13.4.1990	225	270x232	Jantar-4KS1	14
2113	21.12.1990	172	261x225	Jantar-4KS1	15
2153	10.7.1991	247	267x182	Jantar-4KS1M	1
2183	8.4.1992	314	289x237	Jantar-4KS1M	2
2223	9.12.1992	372	271x238	Jantar-4KS1M	3
2267	5.1.1993	418	281x228	Jantar-4KS1M	4
2280	28.4.1994	316	283x233	Jantar-4KS1M	5
2305	29.12.1994	354	288x231	Jantar-4KS1M	6
2320	29.9.1995	365	372x235	Jantar-4KS1M	7
2359	25.6.1998	382	399x238	Jantar-4KS1M	8
2370	3.5.2000	365	312x224	Jantar-4KS1M	9

### 2.2.3 Orlets

Orlets perheeseen kuului kaksi eri versiota: Orlets-1 ja Orlets-2. Molemmat satelliitit käyttivät filmiä kuvaamiseen ja filmi toimitettiin maahan erillisissä paluukapseleissa. Itse satelliitti tuhosi itsensä kiertoradalla tehtävän päätyttyä.<sup>154</sup>

Orlets-1 tunnetaan myös nimellä Don. Orlets-1 käytti yhtä laajakuvakameraa ja sisälsi 8 kapselia filmin palauttamista varten. Orlets-1 käytti elliptistä LEO-rataa 340–169 kilometrin korkeudessa. Tyypillinen inkliinaatio oli noin 65 astetta, ensimmäisten laukaisujen inkliinaatio oli noin 50 astetta. Tehtävän kestoksi oli suunniteltu 60 päivää, mutta osa satelliiteista oli radallaan vielä kolmen kuukauden jälkeen.<sup>155</sup>

<sup>148</sup> Krebs, Gunter: *Yantar-4KS1 (Terilen, 11F694)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4ks1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4ks1.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Yantar-4KS1M (Neman, 17F117)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4ks1m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4ks1m.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>149</sup> Ibid.

<sup>150</sup> Wade, Mark: *Yantar-4KS1*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-4ks1.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>151</sup> Ibid.

<sup>152</sup> Krebs, Gunter: *Yantar-4KS1 (Terilen, 11F694)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4ks1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4ks1.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Yantar-4KS1M (Neman, 17F117)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4ks1m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4ks1m.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>153</sup> Ibid.

<sup>154</sup> Honkova (2003), s.17; Krebs, Gunter: *Orlets-1 (Don, 17F12)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/orlets-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/orlets-1.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Orlets-2 (Yenisey, 17F113)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/orlets-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/orlets-2.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>155</sup> Krebs, Gunter: *Orlets-1 (Don, 17F12)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/orlets-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/orlets-1.htm)], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Orlets-1*. [<http://www.astronautix.com/o/orlets-1.html>], luettu 10.12.2016.

Orlets-2 tunnetaan myös nimellä Jenisei. Orlets-2 käytti samaa kameraa kuin Orlets-1, mutta palautuskapselien määrää oli nostettu 22 kappaleeseen ja tehtävän kesto oli kasvanut 180 päivään, mutta osa satelliiteista oli radallaan huomattavasti pidempään. Orlets-2 käytti elliptistä LEO-rataa 340–169 kilometrin korkeudessa ja tyypillinen inkliinaatio oli noin 65 astetta.<sup>156</sup>

Taulukko 10: Orlets

Kosmos nro <sup>157</sup>	Laukaisupäivä <sup>158</sup>	Kesto <sup>159</sup>	Rata <sup>160</sup>	Tyyppi <sup>161</sup>	Nro <sup>162</sup>
2101	1.10.1990	57	340x184	Orlets-1	2
2163	9.10.1991	58	308x169	Orlets-1	3
2225	22.12.1992	58	313x169	Orlets-1	4
2262	7.9.1993	102	261x182	Orlets-1	5
2290	26.8.1994	221	392x181	Orlets-2	1
2343	15.5.1997	123	343x179	Orlets-1	6
2372	25.9.2000	269	343x211	Orlets-2	2
2399	12.8.2003	118	289x180	Orlets-1	7
2423	14.9.2006	64	306x208	Orlets-1	8

## 2.2.4 Araks

Araks-N, joka tunnetaan myös nimellä Arkon, oli kehitysjärjestyksessä toinen venäläisten elektro-optinen kuvaussatelliitti, joka kykeni tiedusteluun näkyvän valon alueella sekä infrapuna-alueella. Satelliitin käyttämä infrapuna-alue kattoi melkein koko lähi-infrapuna-alueen.

<sup>156</sup> Krebs, Gunter: *Orlets-2 (Yenisey, 17F113)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/orlets-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/orlets-2.htm)], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Orlets-2*. [<http://www.astronautix.com/o/orlets-2.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>157</sup> Krebs, Gunter: *Orlets-1 (Don, 17F12)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/orlets-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/orlets-1.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Orlets-2 (Yenisey, 17F113)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/orlets-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/orlets-2.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>158</sup> Ibid.

<sup>159</sup> Wade, Mark: *Orlets-1*. [<http://www.astronautix.com/o/orlets-1.html>], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Orlets-2*. [<http://www.astronautix.com/o/orlets-2.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>160</sup> Ibid.

<sup>161</sup> Krebs, Gunter: *Orlets-1 (Don, 17F12)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/orlets-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/orlets-1.htm)], luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Orlets-2 (Yenisey, 17F113)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/orlets-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/orlets-2.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>162</sup> Ibid.

Satelliitin tarkkuus oli tiedustelusatelliitille erittäin vaatimaton 2–10 metriä, mutta kuvattavan alueen leveys oli 30 kilometriä. Satelliitti kykeni siirtämään kuvat asiakkaalle välittömästi tai ne voitiin säilöä satelliitin muistiin odottamaan latausta. Uutta tekniikkaa venäläisissä satelliiteissa edusti optiikka, jota voitiin kääntää kuvaamaan 20–45 astetta sivuun lentoradasta.<sup>163</sup>

Araks-N-satelliitin rata oli huomattavasti muita tiedustelusatelliitteja korkeampi elliptinen LEO-MEO-alueen rata 1290–2960 kilometrin korkeudessa. Korkea rata laski merkittävästi tiedustelusatelliitin tarkkuutta. Kiertoaika oli myös poikkeuksellisen pitkä tiedustelusatelliitille: 130 minuuttia Araks-N1:llä ja 119 minuuttia Araks-N2:llä. Inklinaatio oli 63,3 astetta Araks-N1:llä ja 63,4 astetta Araks-N2:lla. Lipsosen mukaan Araks-satelliittia suunniteltiin ensin käytettävän matalammalla radalla, mutta rahoitusongelmien takia satelliitit laukaistiin korkeammalle radalle. Oli ratkaisu tarkoituksellinen tai pakon sanelema, korkean radan, pitkän kiertoaajan ja käännettävän linssin yhdistelmä mahdollisti saman alueen seuraamisen aiempaa pidemmän ajan.<sup>164</sup>

Satelliitteja laukaistiin kaksi kappaletta, jotka molemmat kärsivät teknisistä ongelmista myöhemmin tehtävänsä aikana. Kolmas satelliitti oli suunnitteilla, mutta projekti peruutettiin rahoituksen puutteessa. Satelliitin toiminta-ajaksi oli suunniteltu neljä vuotta, mutta kumpikaan satelliiteista ei pysynyt toimintakykyisenä suunniteltua aikaa.<sup>165</sup>

<sup>163</sup> Krebs, Gunter: *Araks-N 1, 2 (11F664)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/araks.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/araks.htm)], luettu 10.12.2016; Zak, Anatoly: *Araks (11F664) military spacecraft*. [<http://www.russianspaceweb.com/araks.html>], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Arkon-1*. [<http://www.astronautix.com/a/arkon-1.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>164</sup> Krebs, Gunter: *Araks-N 1, 2 (11F664)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/araks.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/araks.htm)], luettu 10.12.2016; Zak, Anatoly: *Araks (11F664) military spacecraft*. [<http://www.russianspaceweb.com/araks.html>], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Arkon-1*. [<http://www.astronautix.com/a/arkon-1.html>], luettu 10.12.2016; N2YO.COM: *COSMOS 2344 Satellite details 1997-028A NORAD 24827*. [<https://www.n2yo.com/satellite/?s=24827>], luettu 1.9.2017; N2YO.COM: *COSMOS 2392 Satellite details 2002-037A NORAD 27470*. [<http://www.n2yo.com/?s=27470>], luettu 1.9.2017;

Lipsonen (2008), s.18.

<sup>165</sup> Zak, Anatoly: *Araks (11F664) military spacecraft*. [<http://www.russianspaceweb.com/araks.html>], luettu 10.12.2016; Lipsonen (2008) s.18 Lipsonen on tutkinut Araks järjestelmän suorituskykyä ja todennut, että satelliitit olisivat toimineet suunniteltua pidempään. Lipsonen on käyttänyt samoja lähteitä kuin tutkija, ja vaikuttaa siltä, että tieto suorituskyvyn menettämisestä on tullut tietoon vasta Lipsosen tutkimuksen valmistumisen jälkeen.



Taulukko 11: Araks

Kosmos nro <sup>166</sup>	Laukaisupäivä <sup>167</sup>	Huom.	Tyyppi <sup>168</sup>	Nro <sup>169</sup>
2344	6.6.1997	Oli toimintakykyinen 4 kuukautta <sup>170</sup>	Araks-N	1
2392	25.7.2002	Oli toimintakykyinen 12 kuukautta <sup>171</sup>	Araks-N	2

### 2.2.5 Persona

Persona on elektro-optinen kuvaussatelliitti, joka tunnetaan myös nimellä Kvarts. Persona-satelliitin kuvausjärjestelmä on jatkokehitemä Araks-N:n järjestelmästä. Gustafssonin mukaan Venäjän tavoitteena on ollut ensin laukaista neljä satelliittia, mutta tähän tavoitteeseen ei ole vielä päästy.<sup>172</sup>

Aiempiin filmikäyttöisiin satelliitteihin verrattuna Persona on merkittävä parannus: tehtävät on suunniteltu kestämään 3–5 vuotta, tiedonsiirto tapahtuu radiolinkillä joko suoraan maasemalle tai relesatelliitin kautta ja kolmanteen Persona satelliittiin on lisätty tiedonsiirtoa varten laserlinkki, jota voidaan käyttää relesatelliittien kanssa.<sup>173</sup>

Valmistajan ilmoituksen mukaan satelliitti tuottaa kuvaa 0,5 metrin resoluutiolla. Gustafsson mainitsee, että propulsiojärjestelmän avulla satelliitin resoluutio voidaan parantaa jopa 0,33 metriin.<sup>174</sup> Gustafsson ei erikseen määrittele, mitä hän tällä tarkoittaa, mutta se tarkoittanee kykyä laskea satelliitin rata alemmalle tasolle, jolloin resoluutio paranee.

<sup>166</sup> Krebs, Gunter: *Araks-N 1, 2 (11F664)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/araks.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/araks.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>167</sup> Ibid.

<sup>168</sup> Ibid.

<sup>169</sup> Ibid.

<sup>170</sup> Zak, Anatoly: *Araks (11F664) military spacecraft*. [<http://www.russianspaceweb.com/araks.html>], luettu 10.12.2016

<sup>171</sup> Ibid.

<sup>172</sup> Krebs, Gunter: *Persona (Kvarts, 14F137)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/persona.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/persona.htm)], luettu 1.9.2017, Zak, Anatoly: *Persona (14F137) spy satellite*. [<http://www.russianspaceweb.com/persona.html>], luettu 1.9.2017; Gustafsson (2014), s.15.

<sup>173</sup> Krebs, Gunter: *Persona (Kvarts, 14F137)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/persona.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/persona.htm)], luettu 1.9.2017, Zak, Anatoly: *Persona (14F137) spy satellite*. [<http://www.russianspaceweb.com/persona.html>], luettu 1.9.2017; Gustafsson (2014), s.15 Gustafsson on tutkimuksessaan laskenut satelliitin teoreettisen tiedonsiirtonopeuden satelliitille ja tullut tulokseen, että satelliitti kykenee käytännössä reaaliaikaiseen tiedonvälitykseen. Hän toteaa myös itse, etteivät kaikki muuttujat ole tiedossa. Gustafsson onkin laskenut signaalin kulkeutumiseen kuluvan ajan eikä ota huomioon esimerkiksi siirrettävän datan määrää eikä käytössä olevaa kaistaa.

<sup>174</sup> Krebs, Gunter: *Persona (Kvarts, 14F137)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/persona.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/persona.htm)], luettu 1.9.2017, Zak, Anatoly: *Persona (14F137) spy satellite*. [<http://www.russianspaceweb.com/persona.html>], luettu 1.9.2017; Gustafsson (2014), s.19.

Laukaistuista satelliiteista kaksi ensimmäistä kärsivät teknisistä ongelmista. Ensimmäinen satelliitti menetti tiedonsiirtokykynsä, mutta on edelleen kiertoradallaan. Toinen satelliitti kärsi muistiprosessoreiden ongelmista, mutta ongelma saatiin ohitettua lataamalla satelliittiin uusi ohjelmisto.<sup>175</sup>

Persona toimii aurinkosynkronoidulla radalla 713–740 kilometrin korkeudessa. Inklinaatio on noin 98 astetta ja kiertoaika on 99 minuuttia. Konstellaatioon kuuluu tällä hetkellä kaksi toimivaa satelliittia, joiden erotus on noin 140 astetta. Persona 3 etenee liikesuuntaan nähden ensimmäisenä. Konstellaation muoto elää hieman 0,1 asteen inklinaatioerotuksen vuoksi.<sup>176</sup>

Gustafsson on arvioinut tutkimuksessaan, että Persona-tyyppin satelliitteja käytettäisiin osana ohjuspuolustuksen ennakkovaroitusjärjestelmää.<sup>177</sup> Todennäköisemmin Persona on kuitenkin tyypillinen kuvaustiedustelusatelliitti. Tätä päätelmää tukee muun muassa satelliitin rata, joka on tyypillinen kuvaustiedustelusatelliiteille. Ennakkovaroitussatelliittien rata on yleensä joko geosynkrooninen- tai elliptinen Molnija-rata. Gustafssonin tutkimuksen aikaan venäläisillä ei ollut käytössä yhtään ennakkovaroitussatelliittia ja tulkinta voi liittyä tämän puutteen korjaamiseen liittyvään spekulointiin.

---

<sup>175</sup> Krebs, Gunter: *Persona (Kvarts, 14F137)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/persona.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/persona.htm)], luettu 1.9.2017; Zak, Anatoly: *Persona (14F137) spy satellite*. [<http://www.russianspaceweb.com/persona.html>], luettu 1.9.2017; N2YO.COM: *COSMOS 2441 Satellite details 2008-037A NORAD 33272*, [<https://www.n2yo.com/satellite/?s=33272>], luettu 1.9.2017.

<sup>176</sup> Krebs, Gunter: *Persona (Kvarts, 14F137)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/persona.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/persona.htm)], luettu 1.9.2017; Zak, Anatoly: *Persona (14F137) spy satellite*. [<http://www.russianspaceweb.com/persona.html>], luettu 1.9.2017; N2YO.COM: *COSMOS 2441 Satellite details 2008-037A NORAD 33272*, [<https://www.n2yo.com/satellite/?s=33272>], luettu 1.9.2017; N2YO.COM: *COSMOS 2486 Satellite details 2013-028A NORAD 39177*, [<http://www.n2yo.com/satellite/?s=39177>], luettu 1.9.2017; N2YO.COM: *COSMOS 2506 Satellite details 2015-029A NORAD 40699*, [<https://www.n2yo.com/satellite/?s=40699>], luettu 1.9.2017; N2YO.COM: *LIVE REAL TIME SATELLITE TRACKING AND PREDICTIONS COSMOS 2506 COSMOS 2486*, [<http://www.n2yo.com/?s=40699|39177>], luettu 1.9.2017.

<sup>177</sup> Gustafsson (2014), s.19

Taulukko 12: Persona

Kosmos nro <sup>178</sup>	Laukaisupäivä <sup>179</sup>	Huom.	Tyyppi <sup>180</sup>	Nro <sup>181</sup>
2441	26.6.2008	Oli toimintakykyinen enintään 8 kuukautta <sup>182</sup>	Persona	1
2486	7.6.2013	Saavutti toimintakyvyn kesällä 2014 <sup>183</sup>	Persona	2
2506	23.6.2015		Persona	3

### 2.2.6 Bars

Bars-järjestelmän kehitys keskeytettiin ennen ensimmäisiä laukaisuja, mutta sen jatkokehittelmä Bars-M näki päivänvalon vuonna 2015. Bars-M on elektro-optinen kuvaussatelliitti, joka kykenee topografisiin kuvauksiin, stereokuvauksiin sekä korkean resoluution kuviin. Resoluution on kerrottu olevan korkeimmillaan 1 metrin luokkaa ja Bars-M onkin erityisesti suunniteltu kaukokartoituskäyttöön. Tehtävän kestoksi on määritetty 5 vuotta.<sup>184</sup>

Bars-M toimii aurinkosynkronoidulla LEO-radalla, ensimmäisen satelliitin korkeuden ollessa 570–587 kilometriä ja toisen satelliitin korkeuden ollessa 555–602 kilometriä. Inklinaatiossa on 0,1 asteen erotus. Ensimmäisen satelliitin inklinaatio on 97,8 astetta ja toisella satelliitilla 97,7 astetta. Kiertoaika on molemmilla satelliiteilla 96,1 minuuttia. Konstellaatioon kuuluu tällä hetkellä kaksi toimivaa satelliittia, joiden erotus on noin 180 astetta. Konstellaation muoto elää hieman inklinaatioiden 0,1 asteen erotuksen vuoksi.<sup>185</sup>

<sup>178</sup> Krebs, Gunter: *Persona (Kvarts, 14F137)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/persona.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/persona.htm)], luettu 1.9.2017

<sup>179</sup> Ibid.

<sup>180</sup> Ibid.

<sup>181</sup> Ibid.

<sup>182</sup> Zak, Anatoly: *Persona (14F137) spy satellite*. [<http://www.russianspaceweb.com/persona.html>], luettu 1.9.2017

<sup>183</sup> Ibid.

<sup>184</sup> Krebs, Gunter: *Bars-M (14F148)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/bars-m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/bars-m.htm)], luettu 1.9.2017; Zak, Anatoly: *Bars-M: Russia's first digital cartographer*. [<http://www.russianspaceweb.com/bars-m.html>], luettu 1.9.2017.

<sup>185</sup> N2YO.COM: *COSMOS 2503 Satellite details 2015-009A NORAD 40420*.

[<http://www.n2yo.com/satellite/?s=40420>], luettu 1.9.2017; N2YO.COM: *COSMOS 2515 (BARS-M 2) Satellite details 2016-020A NORAD 41394*. [<http://www.n2yo.com/satellite/?s=41394>], luettu 1.9.2017; N2YO.COM: *LIVE REAL TIME SATELLITE TRACKING AND PREDICTIONS COSMOS 2515 (BARS-M 2) COSMOS 2503*. [<http://www.n2yo.com/?s=41394|40420>], luettu 1.9.2017.

Taulukko 13: Bars

Kosmos nro <sup>186</sup>	Laukaisupäivä <sup>187</sup>	Tyyppi <sup>188</sup>	Nro <sup>189</sup>
2503	27.2.2015	Bars-M	1
2515	24.3.2016	Bars-M	2

### 2.2.7 Tulevaisuus

Razdan-satelliitit on suunniteltu korvaamaan Persona-satelliitit. Valmistajan ilmoituksen mukaan Razdanissa on huomattavasti parempi suorituskyky edeltäjiinsä nähden sekä salattu laajakaistainen tiedonsiirtolinkki. Satelliitti toimii aurinkopaneeleilla ja akustolla. Laukaisuja ei ole toistaiseksi ilmoitettu.<sup>190</sup>

### 2.3 Tutkasatelliitit

Neuvostoliitolla oli käytössään suuri määrä valtamerien valvontaan tarkoitettuja US-A-satelliitteja, mutta näistä luopumisen jälkeen oli pitkä ajanjakso, jolloin Venäjällä ei ollut käytössään yhtään tutkasatelliittia. Koko Almaz-projektin perumisen ja Almaz-T-sarjan epäonnistumisen jälkeen venäläiset saivat ensimmäisen tutkasatelliittinsa Kondorin muodossa. Kondor-satelliittia on kehitetty yhteistyössä Kiinan ja Etelä-Afrikan kanssa. Kiinan kanssa yhteistyö on ollut teknologista ja Etelä-Afrikan kanssa rahallista.<sup>191</sup>

Joidenkin lähteiden mukaan Pion-NKS-satelliitti on tutkasatelliitti; ristiriidasta johtuen Pion-NKS on käsitelty signaalitiedustelusatelliittien kohdalla. Käytettyjen lähteiden välillä on pieniä eroja satelliittien ominaisuuksissa, mutta erot ovat tämän tutkimuksen silmissä merkityksettömiä. Jokaisen satelliittiperheen kohdalla on taulukko, josta ilmenee tärkeimmät tiedot kuhunkin perheeseen liittyen.

<sup>186</sup> Krebs, Gunter: *Bars-M (14F148)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/bars-m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/bars-m.htm)], luettu 1.9.2017

<sup>187</sup> Ibid.

<sup>188</sup> Ibid.

<sup>189</sup> Ibid.

<sup>190</sup> Krebs, Gunter: *Razdan (14F156)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/razdan.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/razdan.htm)], luettu 1.9.2017.

<sup>191</sup> Zak, Anatoly: *Kondor (14F133) satellite*. [<http://www.russianspaceweb.com/kondor.html>], luettu 10.12.2016.

### 2.3.1 Almaz-T

Almaz-T on tutkasatelliitti, joka on tarkoitettu tiedustelun lisäksi muiden ministeriöiden käyttötarkoituksiin. Almaz-T-satelliitteja on laukaistu kolme kappaletta, joista yksi epäonnistui. Ensimmäinen laukaisu tapahtui vuonna 1986 ja viimeinen vuonna 1991. Satelliitista suunniteltiin myös paranneltua Almaz-1V-satelliittia, mutta projektia ei koskaan saatu valmiiksi. Tehtävän kestoksi oli suunniteltu 2,5 vuotta, mutta yksikään laukaistu satelliitti ei päässyt tähän tavoitteeseen.<sup>192</sup>

Almaz-T sisältää S-taajuusalueella<sup>193</sup> toimivan synteettisen apertuurin tutkan, jonka tarkkuus oli 20–25 metriä pikseliä kohden, joka parani 10–12 metriin viimeisenä laukaistun satelliitin osalta. Viimeisenä laukaistu sisälsi myös laajakuvaradiokameran sekä uuden viestijärjestelmän, jonka avulla satelliitin piti kyetä välittämään tiedot maa-asemille geostaattisella radalla olevan relesatelliitin kautta, mutta tiedonsiirtoon tarkoitettu antenni ei toiminut.<sup>194</sup>

Viimeisen laukaistu Almaz-T toimi LEO-radalla noin 340 kilometrin korkeudessa, inkлинаation ollessa 72,7 astetta ja kiertoaajan ollessa noin 91 minuuttia. Tehtävän päätyttyä satelliitti putosi radaltaan.<sup>195</sup>

Taulukko 1.: Almaz

Kosmos nro <sup>196</sup>	Laukaisupäivä <sup>197</sup>	Kesto <sup>198</sup>	Tyyppi <sup>199</sup>	Nro <sup>200</sup>
Ei ole Nimitetty ALMAZ 1	31.3.1991	566 päivää	Almaz-T Resurs-R <sup>201</sup>	3

<sup>192</sup> Krebs, Gunter: *Almaz-T (Resurs-R, 11F668)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/almaz-t.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/almaz-t.htm)], luettu 10.12.2016; Zak, Anatoly: *Almaz-T spacecraft*. [<http://www.russianspaceweb.com/almazt.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>193</sup> Wolff, Christian: *Waves and Frequency Ranges*. [<http://www.radartutorial.eu/07.waves/Waves%20and%20Frequency%20Ranges.en.html>] luettu 7.4.2018. Institute of Electrical and Electronics Engineers:n taajuusjaon mukainen termi, mikä tarkoittaa 2–4 gigahertsin taajuusalueetta.

<sup>194</sup> Krebs, Gunter: *Almaz-T (Resurs-R, 11F668)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/almaz-t.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/almaz-t.htm)], luettu 10.12.2016; Wade, Mark: *Almaz-T*. [<http://www.astronautix.com/a/almaz-t.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>195</sup> Ibid.

<sup>196</sup> Krebs, Gunter: *Almaz-T (Resurs-R, 11F668)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/almaz-t.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/almaz-t.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>197</sup> Ibid.

<sup>198</sup> Wade, Mark: *Almaz-T*. [<http://www.astronautix.com/a/almaz-t.html>], luettu 10.12.2016.

<sup>199</sup> Ibid.

<sup>200</sup> Ibid.

<sup>201</sup> Krebs, Gunter: *Almaz-T (Resurs-R, 11F668)*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/almaz-t.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/almaz-t.htm)], luettu 10.12.2016. Yhteisoperaationimi

### 2.3.2 Kondor

Kondor on synteettisen apertuurin tutkasatelliitti, josta on olemassa myös vientiversio Kondor-E1. Satelliitteja on laukaistu kaksi, kun mukaan lasketaan Etelä-Afrikalle laukaistu ”siviiliversio” Kondor-E1. Valmistajan ilmoittama tehtävän kesto on 5 vuotta.<sup>202</sup>

Kondorin SAR-tutka toimii S-taajuusalueella<sup>203</sup> ja sen tuottaman kuvan resoluutio on riippuvainen toimintamoodista. Parhaimmillaan resoluutio on 1-2 metriä Spotlight-moodissa, jolloin voidaan kuvata 10 kilometriä pitkä ja 10–20 kilometriä leveä alue. Stripmap-moodissa resoluutio on 1-3 metriä, jolloin voidaan kuvata 10–15 kilometriä leveä alue. ScanSAR-moodissa resoluutio on 5-30 metriä. Satelliitti kykenee kuvaamaan aluetta 500 kilometriä lentoratansa molemmille puolille. Tiedonsiirto tapahtuu X-taajuusalueella<sup>204</sup> toimivalla laajakaistaisella tiedonsiirtolinkillä, jonka nopeudeksi ilmoitetaan 350Mbit/s.<sup>205</sup>

Valmistaja ilmoittaa satelliitin radan korkeudeksi noin 500 kilometriä ja inkliinaatioksi enintään 98 astetta. Laukaistut satelliitit toimivat LEO-radalla noin 470 kilometrin korkeudessa, inkliinaation ollessa 74,4 astetta ja kiertoaika 93,8 minuuttia. Molemmat satelliitit toimivat samalla radalla, jonka erotus näyttää olevan 180 astetta. Kondor 1 on mahdollisesti menettänyt toimintakykynsä jo vuonna 2014, mutta satelliitti on edelleen radallaan. Mikäli Kondor 1 menetti toimintakykynsä, jäi tämänkin satelliitin elinikä reilusti ilmoitetusta.<sup>206</sup>

<sup>202</sup> Krebs, Gunter: *Kondor*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/kondor-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/kondor-1.htm)] luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Kondor-E*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/kondor-e-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/kondor-e-1.htm)], luettu 10.12.2016; NPO Mashinostroyenia, *Condor-E small spacecraft (SCC) with SAR*. [[http://www.npomash.ru/activities/images/radio\\_en.pdf](http://www.npomash.ru/activities/images/radio_en.pdf)], luettu 10.12.2016.

<sup>203</sup> Wolff, Christian: *Waves and Frequency Ranges*. [<http://www.radartutorial.eu/07.waves/Waves%20and%20Frequency%20Ranges.en.html>] luettu 7.4.2018. Institute of Electrical and Electronics Engineers: n taajuusjaon mukainen termi, mikä tarkoittaa 2–4 gigahertsin taajuusalueetta.

<sup>204</sup> Ibid. Tarkoittaa 8–12 gigahertsin taajuusalueetta.

<sup>205</sup> NPO Mashinostroyenia, *Condor-E small spacecraft (SCC) with SAR*. [[http://www.npomash.ru/activities/images/radio\\_en.pdf](http://www.npomash.ru/activities/images/radio_en.pdf)], luettu 10.12.2016.

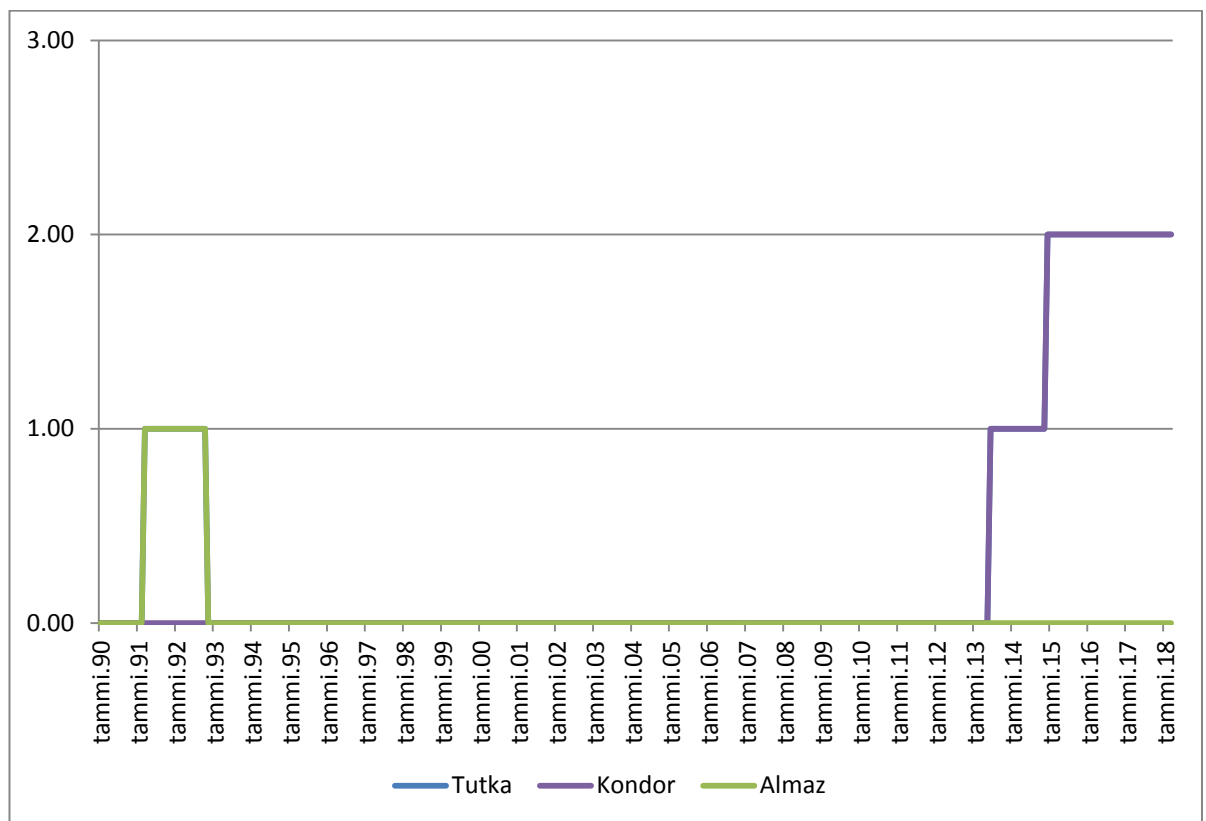
<sup>206</sup> N2YO.COM: *KONDOR E Satellite details 2014-084A NORAD 40353*. [<http://www.n2yo.com/satellite/?s=40353>], luettu 1.9.2017; N2YO.COM: *COSMOS 2487 Satellite details 2013-032A NORAD 39194*. [<http://www.n2yo.com/satellite/?s=39194>], luettu 1.9.2017; N2YO.COM: *LIVE REAL TIME SATELLITE TRACKING AND PREDICTIONS KONDOR E COSMOS 2487*, [<http://www.n2yo.com/?s=40353|39194>], luettu 1.9.2017; Zak, Anatoly: *Kondor (14F133) satellite*. [<http://www.russianspaceweb.com/kondor.html>], luettu 10.12.2016; NPO Mashinostroyenia, *Condor-E small spacecraft (SCC) with SAR*. [[http://www.npomash.ru/activities/images/radio\\_en.pdf](http://www.npomash.ru/activities/images/radio_en.pdf)], luettu 10.12.2016.

Taulukko 15: Kondor

Kosmos nro <sup>207</sup>	Laukaisupäivä <sup>208</sup>	Tyyppi <sup>209</sup>	Nro <sup>210</sup>
2487	27.6.2013	Kondor	1
Ei ole Nimetty KONDOR E	19.4.2014	Kondor-E1	1

## 2.4 Johtopäätökset

Tiedustelusatelliittien teknisen suorituskyvyn muutosten lisäksi satelliittien määrän muutokset ovat vaikuttaneet satelliittitiedustelun käytettävyyteen. Satelliittien määrän kehitys on kuvattu kuvissa 5–8. Kuvissa on esitetty satelliittien määrän muutokset tutkimuksen aikarajauksen aikana.<sup>211</sup>



Kuva 5: Tutkakuvaussatelliittien määrä

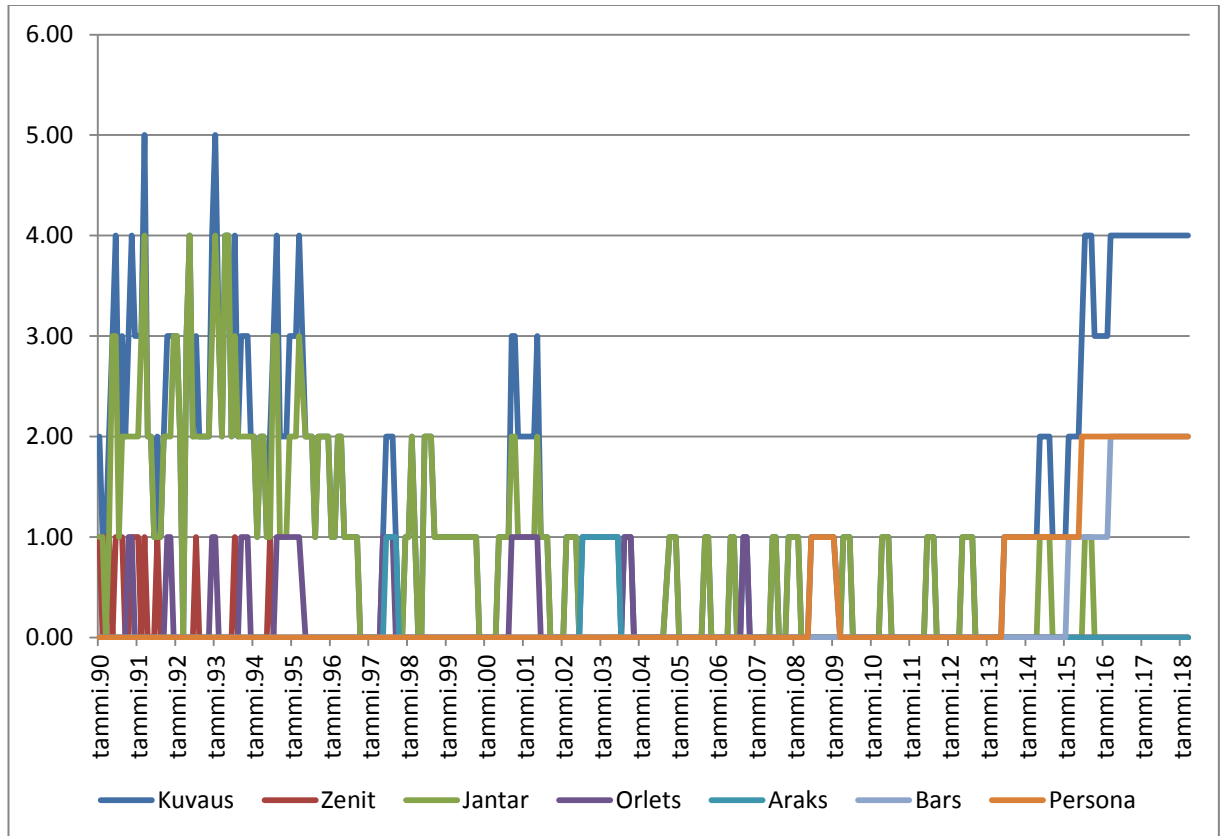
<sup>207</sup> Krebs, Gunter: *Kondor*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/kondor-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/kondor-1.htm)] luettu 10.12.2016; Krebs, Gunter: *Kondor-E*. [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/kondor-e-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/kondor-e-1.htm)], luettu 10.12.2016.

<sup>208</sup> Ibid.

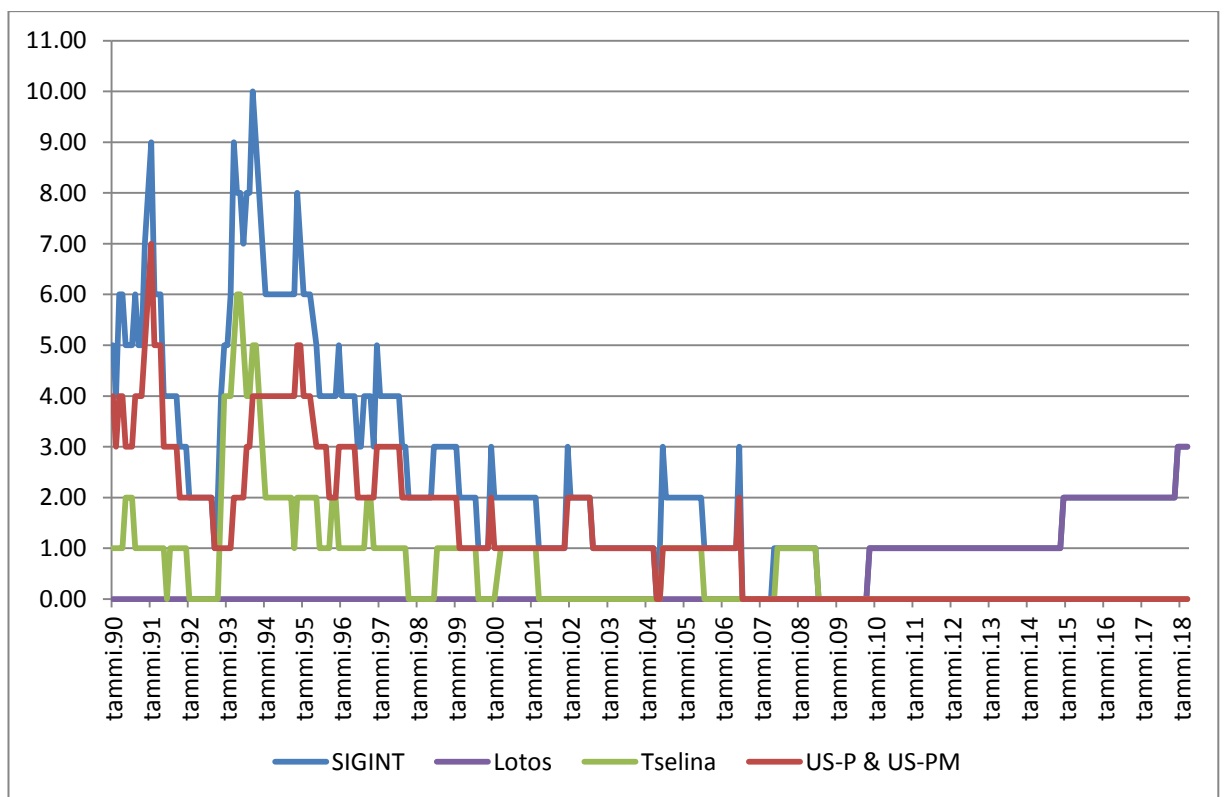
<sup>209</sup> Ibid.

<sup>210</sup> Ibid.

<sup>211</sup> X-akselin data on syötetty kuukauden tarkkuudella ja Y-akselilla on esitetty käytössä olevien satelliittien määrä. Tutka, kuvaus ja SIGINT -termit kuvaavat kyseisen satelliittityypin kokonaismäärää.

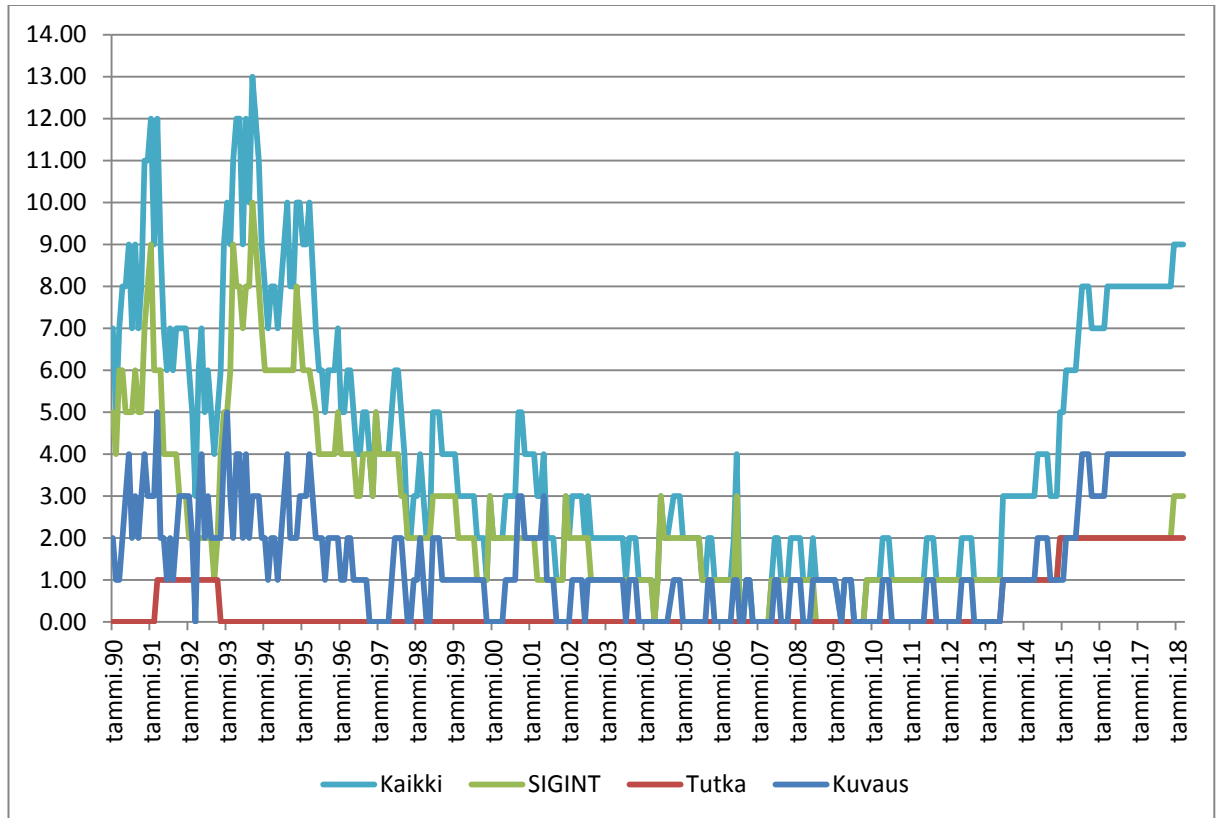


Kuva 6: Kuvaustiedustelusatelliittien määrä



Kuva 7: Signaalitiedustelusatelliittien määrä





Kuva 8: Kaikkien tiedustelusatelliittien määrä

Suorituskyvyn muutoksen perusteella voidaan luoda kolme eri aikakautta kuvaamaan Venäjän tiedustelusatelliittien suorituskyvyn kehittymistä:

1. Neuvostoliiton jälkeinen aika, vuodesta 1990 vuoteen 1995 asti
2. Suorituskyvyn romahtamisen aika, vuodesta 1995 vuoteen 2008 asti
3. Uuden suorituskyvyn aika, alkaen vuodesta 2008

#### 2.4.1 Neuvostoliiton jälkeinen aika

Neuvostoliiton jälkeistä aikaa kuvasti vanhan neuvostotekniikan käytön jatkuminen, jolloin satelliittien määrää pyrittiin pitämään yllä, mutta uusia innovaatiota ei tehty, eikä vanhojen mallien tuotantoa joko haluttu tai kyetty jatkamaan. Satelliittitiedustelun suorituskyky laski kohti pohjaa ja pohjan etsintä alkoi viimeistään vuonna 1995 vuosittaisen laukaisumäärän laskiessa alle 10 laukaisuun ensimmäistä kertaa.

Pääosa aikakauden kuvaussatelliiteista oli filmitoimisia, joskin ensimmäiset digitaalisesti kuvaavat satelliitit olivat jo käytössä. Käytännössä yksi käytössä olevista satelliiteista oli digitaalinen ja loput filmiä käyttäviä. Filmä käyttävien satelliittien tarkkuus lähenteli jo teoreettista maksimia, digitaalisten satelliittien tarkkuuden ollessa huomattavasti huonompi. Digitaalisilla satelliiteilla oli kuitenkin parempi kyky toimia huonoissa sää- ja valaisuolosuhteissa. Filmä käyttävillä satelliiteilla pienin mahdollinen havaittava kohde oli yksittäinen ihminen. Filmä käyttävillä satelliiteilla pystyttiin tunnistamaan lentokoneet toisistaan ja osa panssarivaunuista toisistaan. Digitaalisilla satelliiteilla pienin mahdollinen havaittava kohde oli tiestöä käyttävä ajoneuvo. Myös uudet rakennusprojektit voitiin havaita, mikäli alueella ei ollut peittävää kasvustoa. Voidaan arvioida, että jo tämän ajan kalustolla voitaisiin havaita puolustusvalmisteluihin liittyvät linnoittamistyöt. Suurin suorituskyyvyllinen haaste oli filmikuvien hyödyntämiseen liittyvä aikaviive. Useiden päivien viive mahdollistaa ainoastaan kiinteiden kohteiden tiedustelun tulenkäyttöä varten, vaikka kuvauksen tarkkuus olisi riittänyt pienempiinkin maaleihin.

Signaalitiedustelusatelliittien suorituskyyvystä ei ole käytössä riittävän tarkkaa tietoa, mutta voidaan arvioida, että satelliiteilla kyettiin havaitsemaan vähintään kiinteät ohjusvaroitus- ja ilmavalvontatutkien asemat.

Tutkasatelliiteista käytössä oli viimeinen Almaz-T, jonka tehtävän päättyessä päättyi myös jokasään tiedustelukyky. Satelliitin resoluutio oli heikko, eikä sitä voitu käyttää kuin kaukokartoituksen tehtäviin. Satelliitilla kyettiin tunnistamaan erityyppiset kaupunkialueet ja suurehkot sotalaivatyyppit toisistaan sekä havaitsemaan liikennelentokoneen kokoisia maaleja.

#### 2.4.2 Suorituskyyvyn romahtamisen aika

Suorituskyyvyn romahtamisen aikaa kuvasti uuden kaluston käyttöönoton yritykset, jotka pääosin epäonnistuivat. Vanhan kaluston loppuessa jäi käyttöön hajanainen määrä sekalaista kalustoa ja aikakauden kuluessa on useita hetkiä, jolloin osia suorituskyyvistä ei ollut ollenkaan käytössä. Kuvaussatelliiteista käyttöön tuli kaksi uutta mallia, joista toinen oli Jantar-sarjan viimeinen filmä käyttävä versio Kobalt-M. Kobalt-M:n myötä venäläiset saavuttivat parhaan tarkkuuden filmä käyttävissä kuvaussatelliiteissa. Elektro-optinen Araks-satelliitti olisi ollut toimiessaan erittäin hyvä lisä suorituskyyvyn suunnattavan optiikan mahdollistaessa joustavan kohteiden valinnan, reaaliaikaisen kuvansiirron mahdollistaessa tiedon nopean hyödyntämisen ja pitkän eliniän mahdollistaessa toiminnan jatkuvuuden.

Kuvaussatelliittien tarkkuus parani siten, että optimiolosuhteissa ajoneuvokalusto pystyttiin tunnistamaan toisistaan ja pienimpänä havaittavana kohteena pysyi ihminen. Digitaalisissa kuvaussatelliiteissa ei tapahtunut kehitystä tarkkuudessa, vaan Araks-järjestelmän tarkkuus oli aiempaa heikompi.

Signaalitiedustelusatelliiteissa ei myöskään tapahtunut kehitystä, vaan satelliittien määrä romahti siten, että vuoden 2000 jälkeen oli useita hetkiä, jolloin suorituskykyä ollut ollenkaan käytettävissä.

Osassa aihetta käsittelevissä artikkeleissa painotetaan erityisesti laukaisumäärän laskua kuvaamaan suorituskyvyn laskua, mutta tämä kuvaa aikakauden tilannetta vain osittain. Uusien satelliittien toiminta-ajan kasvu kuukausista vuosiin laskee myös tarvittavien laukaisujen määrää. Jos käytössä olisi ollut vain elektro-optisia satelliitteja, olisivat vuosittaiset laukaisut vähentyneet joka tapauksessa.

### 2.4.3 Uuden suorituskyvyn aika

Uuden suorituskyvyn aikaa kuvaa jälleen uuden kaluston käyttöönotto, joka ei tälläkään kertaa onnistunut ilman murheita. Mutta toisin kuin edellisen kauden aikana, ongelmista huolimatta laukaisuja jatkettiin ja kaikissa tämän tutkimuksen mukaisissa satelliittityypeissä saatiin aikaan kehitystä. Vaikka käyttöönotettu kalusto ei ole maailman mittakaavassa mullistavaa, on venäläisillä jälleen kyvykäs välineistö avaruudesta tapahtuvaan tiedusteluun. Tälle kaudelle merkittävää on ollut ulkomainen yhteistyö, jonka avulla on kehitetty uusia järjestelmiä. Kaikkia julkistettuja projekteja ei ole kuitenkaan saatettu kiertoradalle asti ja tulevista projekteista tiedottaminen on ollut erittäin niukkaa.

Vaikka aikakaudella oli käytössä vielä muutama filmitoiminen Kobalt-M, niin uusissa kuvaussatelliiteissa siirryttiin kokonaan digitaaliaikaan ja käyttöön saatiin kaukokartoitukseen tarkoitettu Bars ja tarkempaan tiedusteluun sopiva Persona. Satelliittien tarkkuuksissa ei tapahtunut muutosta, vaan Personan tarkkuus on ilmoitettu hieman Kobalt-M:ää huonommaksi. Suurin parannus on tapahtunut tiedon hyödynnettävyyden osalta, sillä molemmat uudet kuvaussatelliittityypit kykenevät siirtämään kuviaan aina ollessaan yhteydessä maa-aseman. Tämän lisäksi Persona kykenee siirtämään tiedot relesatelliitin kautta silloin, kun yhteyttä maa-asemaan ei ole olemassa. Tämä lyhentää kuvien käyttöön saamisen ajan enintään kiertoajan mukaiseen aikaan, eli noin puoleentoista tuntiin Personan osalta.

Signaalitiedustelusatelliittien osalta käyttöön saatiin kokonaan Venäjällä tuotettu uusi Lotos-tyypin satelliitti. Vaikka satelliitti ei välttämättä tuonut uutta suorituskykyä Tselina-satelliitteihin verrattuna, saatiin luotua osaamista kotimaahan ja tuotanto omaan hallintaan.

Tutkasatelliittien osalla tapahtui aikakauden merkittävin suorituskyvyn parannus, kun käyttöön otettiin Kondor. Tämä jokasään toiminnan mahdollistavan satelliitin tarkkuus on parhaimmillaan yhtä hyvä kuin Bars-kuvaussatelliitissa. Tutkan tuottamasta kuvasta on mahdollista havaita ajoneuvot, laivat sekä lentokoneet ja tunnistaa suurehkot alukset toisistaan sekä panssarivaunut muista ajoneuvoista. Tämän lisäksi kuvasta voidaan tunnistaa rakennustyöt, kuten linnoitustyömaat. Toiminnasta on huomattava kuitenkin se, että kohteen liike heikentää kuvan tarkkuutta ja tunnistettavuutta.

Vuonna 2018 Venäjällä on käytössä kaksi toimintakykyistä Persona-kuvaustiedustelusatelliittia, kaksi Bars-M-kuvaustiedustelusatelliittia yksi Kondor-tutkatiedustelusatelliitti ja kaksi Lotos-S1-signaalitiedustelusatelliittia.

### 3 VENÄJÄN SATELLIITTITIEDUSTELUN ORGANISAATIOT VUODESTA 1990 ALKAEN

Tässä luvussa käsitellään Venäjän avaruusjoukkojen sekä satelliittitiedustelun tuottamaa tietoa käyttävien organisaatioiden kehitystä vuodesta 1990 alkaen. Luku on jaettu kahteen alalukuun, joista ensimmäisessä käsitellään avaruusjoukkojen organisaatiomuutoksia ja toisessa alaluvussa tiedon käyttäjien organisaatiomuutoksia.

Avaruusjoukkojen kohdalla käsitellään avaruusjoukkojen organisaation muutoksia, avaruusjoukkojen sijaintia Venäjän asevoimissa, tehtäviä ja muutoksia niissä sekä muutoksien vaikutuksia avaruusjoukkojen suorituskykyyn. Organisaatioiden muutoksia, kehitystä ja suorituskyvyn laskua on käsitelty satelliitteja laajemmassa kontekstissa kokonaiskuvan hahmottamiseksi.

Tiedon käyttäjien osalta muutoksia tarkastellaan suppeammin vähäisestä lähdemateriaalista johtuen. Asevoimien organisaatiosta käsitellään vain viimeisimmän sotilaspiiri uudistuksen mukaisia organisaatioita ja lähitulevaisuuden kehitysnäkymiä. Tiedusteluorganisaatiota käsitellään arvioidun nykytilan kannalta.

Tässä luvussa vastataan tutkimuksen alakysymyksiin: *Miten tiedustelusatelliittien käyttö on organisoitu Venäjällä sekä Miten Venäjän asevoimien reformit ovat vaikuttaneet satelliittitiedustelun kehittymiseen?*

#### 3.1 Avaruusjoukkojen monet muodot

Venäläisten avaruusjoukkojen organisaatio on muuttunut useita kertoja tutkimuksen aikarajauksen aikana. Organisaatiomuutokset ovat vaikuttaneet avaruusjoukkojen asemaan Venäjän asevoimissa ja ylemmän johtoportaalle muutokset prioriteettien vaihteluun. Avaruusjoukkojen ensimmäiset tehtävät ovat periytyneet Neuvostoliiton ajalta ja tehtävät ovat suurien linjojen osalta pysyneet muuttumattomina. Avaruusjoukot ovat huolehtineet satelliittien laukaisuista ja hallinnasta, hallinneet joko itsenäisesti tai yhteistoiminnassa avaruuskeskuksia, ylläpitäneet maa-asemien verkostoa sekä koulutuskeskuksia yhteistyössä siviilisektorin kanssa.

Kaikissa vaiheissa on syytä pitää mielessä tehtäväkentän moninaisuus ja se etteivät kaikki tehtävät ole olleet aina retuperällä, vaikka tiedustelukyky olisi romahtanut. Tässä luvussa tarkastellaan organisaatiomuutosten vaikutusta satelliittitiedustelun kykyihin ja luodaan kokonaiskuvaa Venäjän avaruusvoimien kehityksestä. Kansallisen erikoispiirteen toimintaan on luonut korruptio, jota on raportoitu liittyneen useisiin projekteihin<sup>212</sup>.

### 3.1.1 Avaruusjoukot vuodesta 1992 vuoteen 1997

Venäjän avaruusjoukot perustettiin omaksi asevoimien haaraksi vuonna 1992, kun Venäjän asevoimat perustettiin uudelleen Neuvostoliiton hajoamisen jälkeen. Avaruusjoukkojen tehtäväksi muodostettiin:

- Baikonurin avaruuskeskuksen operointi yhteistoiminnassa Venäjän kansallisen siviilitoimijan kanssa.
- Plesetskin avaruuskeskuksen operointi
- Svobodnij:n avaruuskeskuksen rakentaminen
- koulutuskeskusten ylläpito sekä
- avaruuskomentokeskuksen toimintojen operointi ja ylläpito.<sup>213</sup>

Näiden tehtävien lisäksi on mahdollista, että osa sotilasorganisaation resursseista meni avaruusasema Mir:n ylläpidon ja hallinnan tukemiseen.

Avaruusjoukkojen tehtäviin ei perustamisen aikana tullut merkittäviä muutoksia Neuvostoliiton aikaisiin, vaan toiminta enemminkin jatkui kuten aiemmin. Muutosten puuttuminen johti vähäisten resurssien hukkakäyttöön, eikä uusia suorituskykyjä saatu käyttöön. Tämän lisäksi Svobodnij:n avaruuskeskus julistettiin käyttöön vuonna 1996, mutta sen käyttöaste jäi surkeaksi<sup>214</sup>.

Tällä aikakaudella laukaistiin yhteensä 57 tiedustelusatelliittia, mutta ensimmäistä Araks-laukaisua lukuun ottamatta kaikki laukaistut satelliitit olivat Neuvostoliiton aikana suunniteltuja.

<sup>212</sup> Space Mart: *Russian satellite system official sacked*.

[[http://www.spacemart.com/reports/Russian\\_satellite\\_system\\_official\\_sacked\\_999.html](http://www.spacemart.com/reports/Russian_satellite_system_official_sacked_999.html)], luettu 3.2.2018. GLONASS järjestelmän pääsuunnittelijan epäillään kavaltaneen ohjelman rahoja. NBC News: *Vostochny Cosmodrome Russian Space Project Isn't Going to Plan*. [<https://www.nbcnews.com/science/space/vostochny-cosmodrome-russian-space-project-isn-t-going-plan-n618846>], luettu 3.2.2018. Uuden avaruuskeskuksen rakennusprojektiin epäillään liittyneen korruptiota.

<sup>213</sup> Federation of American Scientists: *VKS - Russian and Soviet Space Agencies*.

[<https://web.archive.org/web/20111123131940/http://www.fas.org/spp/guide/russia/agency/vks.htm>], luettu 3.2.2018.

<sup>214</sup> Zak, Anatoly: *Vostochny (formerly Svobodny) Cosmodrome*, [<http://www.russianspaceweb.com/svobodny.html>], luettu 3.2.2018.

### 3.1.2 Siirto strategisiin ohjusjoukkoihin vuonna 1997

Venäjän asevoimissa tapahtuneen reformin jälkeen avaruusjoukot siirrettiin osaksi Venäjän strategisia ohjusjoukkoja ja avaruusjoukot menettivät aseman itsenäisenä puolustushaaran.<sup>215</sup> Reformissa Strategisiin ohjusjoukkoihin siirrettiin myös ohjustorjuntajoukot.<sup>216</sup> Reformin tarkoituksena olivat ensisijaisesti taloudelliset säästöt<sup>217</sup> ja sotavoimien ajanmukaistaminen kautta linjan<sup>218</sup>, eikä avaruusjoukkojen liittämislle ollut samanlaista ideologista yhteyttä kuin ohjustorjuntajoukkojen liittämislle. Osittain epäselvää on, oliko tämän liitoksen tarkoitus olla vain väliaikainen ratkaisu ennen reformin seuraavaa vaihetta, jolloin ilma- ja avaruusjoukkojen olisi pitänyt olla osa samaa asevoimien haaraa<sup>219</sup>.

Reformin aikana karsittiin tarpeettomia organisaatioita, muutettiin johtamisjärjestelmä tarkoituksenmukaiseksi sekä keskitettiin tutkimus- ja kehittämistoiminta Kapustin Jarin ja Plesetskin avaruuskeskuksiin.<sup>220</sup>

Vaikka avaruusjoukkojen suorituskyvyn näivettymisen yksi suurimmista syistä on ollut raha<sup>221</sup>, ei epäonnistuneiden organisaatiomuutosten merkitystä pidä väheksyä. Siirto Strategisten ohjusjoukkojen organisaatioon oli avaruusjoukoille katastrofaalinen. Ydinpidäkkeen ylläpidolla on ollut koko Venäjän olemassaolon aikana merkittävä prioriteetti<sup>222</sup> ja voidaankin arvioida, että organisaatiouudistuksessa tehdyt säästöt<sup>223</sup> kohdistuivat<sup>224</sup> kahteen liitettyyn organisaatioon.

<sup>215</sup> Uotinen, Marko; Kimmo Alesmaa, Riku Hartikainen, Lauri Kajava, Kimmo Ruotsalainen, Kimmo Sirniö & Taru Takamaa: Venäläisestä sotilasjohtamisesta – johtosuhteet ja organisaatiomuutokset 2000-luvulla. *Venäjän asevoimat muutoksessa - kohti 2030 lukua*. Kesseli, Pasi (toim.), Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisusarja 1, Tutkimuksia nro 5, Helsinki 2016, s.119.

<sup>216</sup> Huttunen & Olli (2002), s. 2.

<sup>217</sup> Wikipedia: *Russian Space Forces*. [[https://en.wikipedia.org/wiki/Russian\\_Space\\_Forces](https://en.wikipedia.org/wiki/Russian_Space_Forces)], luettu 3.2.2018.

<sup>218</sup> Iivonen, Antti: Venäjän sotilasreformi ja sen toteutumisen näkymät, *Venäjän asevoimat 2000-luvun alussa*. Toimituskunta: Saarelainen, Jorma; Georgij Alafuzoff, Paavo Heiskanen, Vesa Tynkkynen, Mika Hyytiäinen, Tapani Hämäläinen ja Jussi Metteri Maanpuolustuskorkeakoulun Taktiikan laitoksen julkaisusarja 2, Hakapaino Oy, Helsinki 1999, s.18.

<sup>219</sup> Ibid, s. 22.

<sup>220</sup> Huttunen & Olli (2002), s. 3; Iivonen (1999), s. 24.

<sup>221</sup> Huttunen & Olli (2002), s. 3.

<sup>222</sup> Tähtinen (2016), s. 36.

<sup>223</sup> Iivonen (1999), s. 24. Reformista huolimatta Strategisille ohjusjoukoille on tulossa uusi Topol-M-ohjusjärjestelmä, eikä laukaisualustoja oltu vähennetty yhtään.

<sup>224</sup> Wikipedia: *Russian Space Forces*. [[https://en.wikipedia.org/wiki/Russian\\_Space\\_Forces](https://en.wikipedia.org/wiki/Russian_Space_Forces)], luettu 3.2.2018.

Avaruusjoukot aloittivat uuden Okno-maa-aseman testikäytön vuonna 1999. Asemaa käytetään satelliittien ja avaruusromun etsintään, seurantaan ja tunnistamiseen.<sup>225</sup> Tiedustelusatelliitteja laukaistiin 17 kappaletta, eikä uuden tyyppisiä satelliitteja otettu käyttöön tällä aikakaudella. Venäläiset menettivät tällä aikakaudella signaalitiedustelukykynsä ja kuvaustiedustelukyvyyssä oli merkittäviä ajallisia aukkoja.

### 3.1.3 Avaruusjoukkojen paluu vuonna 2001

Avaruusjoukoista tehtiin jälleen oma haaransa vuonna 2001<sup>226</sup>. Nopea paluu reformia edeltäneeseen aikaan viittaa siihen, ettei reformilla saavutettu Avaruusjoukoille asetettuja tavoitteita. Tämän lisäksi aiemman suunnitelman mukaista liitosta ilma- ja avaruusjoukkojen kanssa ei toteutettu.<sup>227</sup> Tavoitteista saavutettiin vain noin 40 % Venäjän avaruusjoukkojen perustamisen jälkeen<sup>228</sup>. Tehtävät palasivat muistuttamaan alkuperäisiä Avaruusjoukkojen tavoitteita ja uutta suorituskykyä saatiin käyttöön. Uudeksi tehtäväksi ehdotettiin kaupallisten laukaisujen aloittamista<sup>229</sup>, mutta tätä toimintaa ei kuitenkaan aloitettu.

Vuoden 2007 alussa ilmoitettiin Svobodnij:n avaruuskeskuksen sulkemisesta; avaruuskeskuksesta oli suoritettu sen kymmenen elinvuoden aikana vain viisi satelliittilaukaisua. Kuitenkin vielä saman vuoden lopussa julistettiin, että alueelle rakennetaan uusi mahtava avaruuskeskus Vostotšnyj. Merkittävä muutos oli kuitenkin, että sen hallinta siirtyi avaruusjoukoilta siviilitoimijalle Roskosmokselle.<sup>230</sup> Avaruuskeskuksista avaruusjoukkojen hallintaan jäi täten enää Plesetskin avaruuskeskus Baikonurin avaruuskeskuksen pysyessä yhteiskäyttöisenä.

Reformissa myös siirrettiin aiemmat ohjuspuolustusjoukot osaksi Avaruusjoukkoja<sup>231</sup>, jolloin ohjushyökkäyksiä valvova ennakkovaroituskalusto sekä Moskovan suojaksi rakennettu A-135 ohjustorjuntajärjestelmä siirtyi osaksi Avaruusjoukkoja. Ennakkovaroitustutkien saaminen avaruusjoukkojen käyttöön paransi huomattavasti avaruuden valvontakykyä. Toisaalta ennakkovaroitusjärjestelmän satelliittiosan suorituskyvyn romahtaminen tuli osaksi uuden organisaation rasitteita.

<sup>225</sup> Министерство обороны Российской Федерации: *Оптико-электронный комплекс «Окно»*. [<https://structure.mil.ru/structure/forces/cosmic/weapons/more.htm?id=10342893@morfMilitaryModel>], luettu 3.2.2018.

<sup>226</sup> Uotinen ja muut (2016), s.119.

<sup>227</sup> Iivonen (1999), s.22.

<sup>228</sup> Huttunen & Olli (2002), s. 3.

<sup>229</sup> Ibid.

<sup>230</sup> Zak, Anatoly: *Vostochny (formerly Svobodny) Cosmodrome*. [<http://www.russianspaceweb.com/svobodny.html>], luettu 3.2.2018.

<sup>231</sup> Huttunen & Olli (2002), s. 3; Uotinen ja muut (2016), s.119.



Satelliittien laukaisumäärät kääntyivät kasvuun ja venäläiset saivat valmiiksi GLONASS-järjestelmän vuonna 2011<sup>232</sup> ja tämän lisäksi avaruusjoukot saivat käyttöönsä uusia maa-aseimia avaruuden valvontaan. GLONASS-järjestelmän käyttöönotosta voidaan tulkita ainakin, että venäläisillä on sekä halu että kyky tuottaa satelliittijärjestelmiä, kunhan rahoitus on riittävä sekä määrällisesti että ajallisesti. Tiedustelusatelliitteja laukaistiin tällä ajanjaksolla vain 20 kappaletta ja varsinkin alkuvaiheessa suorituskyky oli olematon. Aikakauden loppupuolella otettiin käyttöön ensimmäinen Persona-kuvaustiedustelusatelliitti (vuonna 2008) sekä ensimmäinen Lotos-signaalitiedustelusatelliitti (vuonna 2009), mutta tiedustelusatelliittien toiminta oli edelleen yksittäisten satelliittien toimintaa.

Muutoksen onnistumiseksi voidaan laskea organisaation vakiintuminen, sillä tällä aikakaudella muodostettiin pohja tulevaisuuden organisaatiolle, johon tulevina vuosina lisättiin uusia suorituskykyjä. Seuraavan reformin alkaessa oli avaruuspuolustus nimetty yhdeksi varustamisohjelmien prioriteeteista<sup>233</sup>.

### 3.1.4 Ilma- ja avaruuspuolustusjoukot vuosina 2011–2015

Ilma- ja avaruuspuolustus nostettiin kehityksen kärkeen vuonna 2011, kun se sai oman puolustushaaran aseman<sup>234</sup>. Toisaalta käyttöönotettu organisaatio muistutti Neuvostoliiton aikaista järjestelmää<sup>235</sup>, jossa joukot olivat yhden johtoportaan alla. Tässä uudistuksessa avaruusjoukkojen organisaatio supistui vain vähän<sup>236</sup>, mutta se menetti sotilaskoulutuslaitosten uudistuksessa oman avaruusilmailun akatemiansa<sup>237</sup>. Plesetskin avaruuskeskuksen parantamiseen käytettiin myös merkittävä summa rahaa<sup>238</sup>.

<sup>232</sup> Helsingin sanomat: *Venäjän vastine GPS-paikannusjärjestelmälle lähes valmis*.

[<https://www.hs.fi/ulkomaat/art-2000002506638.html>], luettu 3.2.2018.

<sup>233</sup> Rautala, Ari: *Venäjän sotilasreformi - asevoimien uusi ilme*. Maanpuolustuskorkeakoulun strategianlaitoksen julkaisusarja 4: Työpapereita No 51, Juvenes Print, Tampere 2014, s. 23.

<sup>234</sup> Lalu (2016), s. 51.

<sup>235</sup> Uotinen ja muut (2016), s.120.

<sup>236</sup> Rautala (2014), s.4.

<sup>237</sup> Rautala (2014), s.16.

<sup>238</sup> Sputnik International: *Russia to sink \$170 mln into Plesetsk space center*.

[<https://sputniknews.com/russia/20110907166507393/>], luettu 3.2.2018.

Venäjän parantunut taloustilanne mahdollisti varustamisohjelmien toteuttamisen ja uutta kalustoa saatiin käyttöön kautta uuden organisaation. Ilmatorjunta sai käyttöön uutta tutkakalustoa sekä S-400-ilmatorjuntaohjusjärjestelmiä<sup>239</sup> ja avaruuspuolustus sai käyttöön vanhojen ennakkovaroitustutkien tilalle uusia Voronezh-tutkia. Vuoden 2013 lopussa nykyaikaisen kaluston osuus oli 57 prosenttia<sup>240</sup>. Jos asiaa haluaa tarkastella inhorealisticesti, olisi tiedustelusatelliittien osalta uuden kaluston osuus 100 prosenttia, johtuen siitä, että tarkasteluaihana oli käytössä vain neljä satelliittia<sup>241</sup>. Kaikkien satelliittien kanssa oli ollut teknisiä ongelmia.

Kaiken kaikkiaan tänä aikana laukaistiin 10 tiedustelusatelliittia, joista uutena suorituskykynä käyttöön tuli Kondor-tutkasatelliitti. Tutkasatelliitin käyttöönotto tarkoitti sitä, että venäläiset palasivat ensimmäistä kertaa kymmeneen vuoteen aikaan, jolloin sillä oli käytössä kaiken tyyppisiä tiedustelusatelliitteja.

### 3.1.5 Ilma- ja avaruusvoimien perustaminen vuonna 2015

Vuonna 2015 tapahtui viimein, jo 1990-luvulla suunnitteilla ollut<sup>242</sup>, ilma- ja avaruuspuolustuksen yhdistäminen yhdeksi puolustushaaraksi<sup>243</sup>. Käyttöön otettu organisaatio muistuttaa malliltaan yhdysvaltojen ilmavoimien organisaatiota, sillä erotuksella, että maasijoitteiset mannertenväliset ydinohjukset kuuluvat edelleen omaan puolustushaaraan eli Strategisiin ohjusjoukkoihin<sup>244</sup>. Ilma- ja avaruusvoimat koostuvat kolmesta eri alahaarasta, jotka ovat Ilmavoimat, Avaruusjoukot ja Ilma- ja avaruuspuolustusjoukot.<sup>245</sup>

<sup>239</sup> Kopp, Carlo: *Almaz-Antey 40R6 - S-400 Triumph - SA-21 SAM System - Самоходный Зенитный Ракетный Комплекс 40Р6 - С-400 'Триумф'*, [<http://www.ausairpower.net/APA-S-400-Triumph.html#mozTocId745598>], luettu 3.2.2018.

<sup>240</sup> Rautala (2014), s. 25.

<sup>241</sup> Vuoden 2013 lopussa käytössä oli yksi Lotos-signaalitiedustelusatelliitti, yksi Kondor-tutkasatelliitti ja kaksi Persona-kuvaussatelliittia.

<sup>242</sup> Iivonen (1999), s. 22.

<sup>243</sup> Ministry of Defence of the Russian Federation: *Aerospace Forces*. [<http://eng.mil.ru/en/structure/forces/aerospace.htm>], luettu 3.2.2018.

<sup>244</sup> Uotinen ja muut (2016), s.121.

<sup>245</sup> Ministry of Defence of the Russian Federation: *Aerospace Forces*. [<http://eng.mil.ru/en/structure/forces/aerospace.htm>], luettu 3.2.2018.

Ilma- ja avaruusvoimien tehtävät ovat:

- torjua ilma- ja avaruusuhat ja suojata, valtion ja sotilashallinnon kohteet, joukkojen keskittymät, hallinnolliset ja poliittiset keskuksat, teolliset ja taloudelliset alueet sekä kaikista tärkeimmät taloudelliset ja infrastruktuuriset fasiliteetit vihollisen ilma- ja avaruusiskuilta,
- hyökätä vihollisen fasiliteettien ja joukkojen kimppuun konventionaalisia ja ydinaseita käyttäen,
- antaa ilmavoimallista tukea muiden puolustushaarojen ja toimijoiden joukoille,
- tuhota ne ballististen ohjusten taistelukärjet, joita vihollinen käyttää kansallisesti tärkeitä fasiliteettejä vastaan,
- tuottaa korkeimmille johtajille ja päätöksentekijöille luotettavat tiedot ballististen ohjusten laukaisuista ja antaa ennakkovaroitus ohjushyökkäyksestä,
- tarkkailla ja tunnistaa Venäjää vastaan kohdistuvat uhat avaruudessa ja avaruudesta, sekä kohdata ne,
- laukaista avaruusalukset, hallita sotilas- ja monikäyttösatelliittijärjestelmät tehtävien aikana ja operoida niitä siten, että joukot saavat tarvittavat tiedot sekä
- suorittaa asianmukainen kunnossapitopalvelu sotilas- ja monikäyttösatelliittijärjestelmille, laukaisu- ja hallintakeskuksille sekä
- muut tehtävät.<sup>246</sup>

Avaruusjoukoille on annettu seuraavat tehtävät

- tarkkailla avaruuskappaleita ja tunnistaa mahdolliset uhat Venäjän federaatiota kohtaan avaruudessa ja avaruudesta, ja hyökkäyksien torjunta tarvittaessa,
- suorittaa avaruusalusten laukaisut ja saattaa ne kiertoradalle, hallinnoida lennossa olevia satelliittijärjestelmiä sisältäen monikäyttösatelliitit ja operoida niitä tuottamaan asevoimille riittävät tiedot,
- ylläpitää sotilas ja monikäyttösatelliittijärjestelmät, laukaisupaikat ja hallintajärjestelmät toimintakuntoisena sekä
- muut tehtävät<sup>247</sup>

<sup>246</sup> Ministry of Defence of the Russian Federation: *Aerospace Forces*. [http://eng.mil.ru/en/structure/forces/aerospace.htm], luettu 3.2.2018.

<sup>247</sup> Ministry of Defence of the Russian Federation, *Space Forces*. [http://eng.mil.ru/en/structure/forces/cosmic.htm], luettu 3.2.2018.

Uuden organisaation muodostamisen jälkeen venäläiset ovat jatkaneet avaruuskeskustensa järjestelmällistä parantamista. Roskosmoksen kanssa yhteistoiminnassa käytettävä Vostotšnyjn avaruuskeskus saatiin vihdoinkin käyttöön<sup>248</sup>. Uuden avaruuskeskuksen tarkoitus on korvata Neuvostoliiton hajottua rajojen ulkopuolelle jäänyt pääavaruuskeskus Baikonurissa<sup>249</sup>.

Ilma- ja avaruuspuolustusjoukkojen kalustopäivitykset jatkuivat muun muassa uuden SU-35S-hävittäjän käyttöönotolla sekä ilmavalvontatutkakaluston päivityksien muodossa. Ballististen ohjusten ennakkovaroitusjärjestelmä palasi kohti aiempaa suorituskykyä, kun käyttöön otettiin uusi Tundra/EKS-ennakkovaroitussatelliittiperhe<sup>250</sup> sekä Voronezh-ennakkovaroitustutkia<sup>251</sup>.

Uuden organisaation aikana tiedustelusatelliitteja on laukaistu vain 5 kappaletta, joista viimeisin on joulukuussa 2017 laukaistu Lotos-S-tyyppinen signaalitiedustelusatelliitti. Uudemman kaluston lisäksi laukaistiin yksi vanha filmikäyttöinen Kobalt-M-kuvastiedustelusatelliitti. Kokonaan uutena suorituskykenä saatiin käyttöön kaukokartoituskäyttöön tarkoitettu Bars, joita on laukaistu kaksi.

### 3.2 Käyttäjät

Tiedon käyttäjien organisaatiot ovat myös olleet muutoksessa. Tiedustelupalvelut organisoitiin uudelleen varhaisessa vaiheessa, mutta uudelleenorganisoinnin vaikutusten arviointi on hankalaa, sillä tiedustelupalveluiden toiminta ei ole julkista. Vielä vähemmän tietoa on saatavilla tiedon käsittelyn kulusta ja siihen liittyvistä viiveistä, joten niiden käsittely on jouduttu jättämään pois aiheen kiinnostavuudesta huolimatta.

Asevoimien johtoportaiden muutoksista on käsitelty vain viimeisimmän reformin mukaisen sotilaspiiriäön mukaiset johtoportaajat. Vaikka asevoimien johtoportaissa on tapahtunut useita radikaaleja muutoksia, muun muassa aselajiesikuntien roolin muuttaminen, on nämä muutokset jätetty kuvaamatta niiden ollessa tutkimuksen kannalta epärelevantteja tietoja.

<sup>248</sup> Spaceflight Now: *First launch from Russia's new cosmodrome declared a success.*

[<https://spaceflightnow.com/2016/04/28/first-launch-from-russias-new-cosmodrome-declared-a-success/>], luettu 3.2.2018.

<sup>249</sup> Space Travel: *Russia To Conduct Half Of Carrier Rocket Launches From Far East By 2020.*

[[http://www.space-travel.com/reports/Russia\\_To\\_Conduct\\_Half\\_Of\\_Carrier\\_Rocket\\_Launches\\_From\\_Far\\_East\\_By\\_2020\\_999.htm](http://www.space-travel.com/reports/Russia_To_Conduct_Half_Of_Carrier_Rocket_Launches_From_Far_East_By_2020_999.htm)], luettu 3.2.2018.

<sup>250</sup> Krebs, Gunter: *Tundra (EKS, 14F142).* [http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tundra.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tundra.htm), luettu 3.2.2018.

<sup>251</sup> Ivanov Yuri: *Three advanced early warning radars enter service in Russia.* [<http://tass.com/defense/981965>], TASS, luettu 3.2.2018.

### 3.2.1 Tiedustelupalvelut

Venäjän asevoimia perustettaessa myös tiedustelu järjestettiin uudestaan. Ulkomaantiedustelu muodostettiin jo aiemmin olemassa olleesta sotilastiedustelupalvelu GRU:sta<sup>252</sup> ja aiemmin KGB:n osana toimineesta siviilitiedusteluosasta, jonka nimeksi tuli SVR. Kummankaan tiedustelupalvelun organisaatiosta ei ole julkaistu tietoa viranomaisen toimesta ja muutenkin saatavilla oleva tieto on vähäistä. Myöhemmin ulkomailla tiedustelua suorittaviin organisaatioihin liittyi FSB<sup>253</sup>, joka sai avoimen mandaatin ulkomaantiedusteluun vuonna 2013<sup>254</sup>.

GRU:n organisaatio muodostuu useista eri direktoraateista ja jokaisella direktoraatilla on oma vastuualueensa.<sup>255</sup> Merkittävimmät GRU:n direktoraatit ovat kuudes direktoraatti, jonka vastuulla on lähteen mukaan elektroninen mittaustiedustelu ja avaruustiedustelun direktoraatti<sup>256</sup>. Todennäköisesti kuudennen direktoraatin vastuulla on koko signaalitiedustelun kokonaisuus pelkän elektronisen mittaustiedustelun sijaan. Merialueiden valvontaan suunniteltujen satelliittien käyttöä varten on oma laivaston avaruustiedustelun direktoraatti<sup>257</sup>.

SVR:n organisaatioon ei kuulu signaalitiedustelun eikä kuvaustiedustelun osastoa<sup>258</sup>, mutta satelliittitiedustelun tuottaman tiedon hyväksikäyttöä ei voida sulkea pois. SVR:n organisaatioon kuuluu kuitenkin teknisen tiedustelun osasto sekä ydinasevalvonnan<sup>259</sup> osasto, joiden työssä satelliittitiedustelun tuottamaa tietoa voidaan mahdollisesti hyödyntää.

Myöskään FSB:n organisaatiosta ei löydy erillisiä osastoja kuvantulkintaan tai signaalitiedusteluun<sup>260</sup>, mutta kuten SVR:n kohdalla, ei tiedustelutiedon hyväksikäyttöä voida sulkea pois.

<sup>252</sup> Главное разведывательное управление, ГРУ

<sup>253</sup> Федеральная служба безопасности, ФСБ

<sup>254</sup> Pukkila, Janne; Heikki Rahikainen, Lauri Oksa & Mikko Saarelainen: Venäjän asevoimien erikoisjoukot ja niiden kehitysnäkymät, *Venäjän asevoimat muutoksessa - kohti 2030 lukua*. Kesseli, Pasi (toim.), Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisusarja 1, Tutkimuksia nro 5, Helsinki 2016, s. 297.

<sup>255</sup> Federation of American Scientists: *Organization of the Main Intelligence Administration (GRU) Glavnoye Razvedyvatelnoye Upravlenie (GRU)*. [<https://fas.org/irp/world/russia/gru/org.htm>], luettu 3.2.2018.

<sup>256</sup> Ibid.

<sup>257</sup> Ibid.

<sup>258</sup> Bennett, Gordon: *The SVR - Russia's Intelligence Service*. [<https://fas.org/irp/world/russia/svr/c103-gb.htm>], luettu 3.2.2018.

<sup>259</sup> Ibid.

<sup>260</sup> Agentura.ru: *FSB Reform Changes Are Few and Far between*.

[<http://www.agentura.ru/english/press/about/jointprojects/mn/fsbreform/>], luettu 3.2.2018.

### 3.2.2 Asevoimien johtoportaat

Vuosina 2008–2010 toteutetussa sotilasreformissa asevoimat siirtyivät, aiemmasta Neuvostoliiton ja Venäjän varhaisten asevoimien neljäportaisesta johtamisrakenteesta, kolmiportaiseen johtamisrakenteeseen, jossa johtoporras on sama niin rauhan kuin kriisin aikana.<sup>261</sup> Sotilaspiireillä on käytössään maavoimien armeijoiden ja yhtymien lisäksi myös ilma- ja avaruusvoimien ja merivoimien sotilaspiirin alueella olevat joukot. Sotilaspiirit valmistautuvat johtamaan toimintaa omilla toimintasuunnillaan.<sup>262</sup>

Kaikkiin uudistuksen mukaisiin sotilaspiireihin oli suunnitteilla johtokeskukset vuoteen 2016 loppuun mennessä ja näiden alla oleviin divisiooniin sekä prikaateihin vuoden 2017 aikana.<sup>263</sup> Vaikka artikkelista ei erikseen löydy mainintaa voidaan olettaa, että myös välijohtoportaat eli armeijat saavat omat johtokeskuksensa. Nämä johtokeskukset eivät voi ainakaan heikentää tuotetun tiedustelutiedon hyödynnettävyyttä johtoportaisissa. Yhtenäisien ja modernien johtokeskusten välillä voidaan teoriassa siirtää kuvat suoraan satelliitista.

### 3.3 Johtopäätökset

Neuvostoliiton hajoamisen jäljiltä koko Venäjän asevoimien uudistustarpeet olivat valtavat, eivätkä avaruusjoukot olleet poikkeus: avaruuskeskukset eivät olleet nykyaikaisia ja Baikonur jäi rajan väärälle puolelle, satelliittijärjestelmät olivat vanhanaikaisia ja osa osaamisesta jäi ulkomaille. Organisaatiouudistukset kasvattivat puutelistan koskemaan myös ballististen ohjusten ennakkovaroitusjärjestelmää, joka vanheni käsiin.

Venäjän asevoimat on saanut käyttöönsä merkittäviä määriä uutta kalustoa ja on epäselvää, minkä takia uuden tiedustelusatelliittikaluston määrä on ollut vähäistä. Yksi syy voi olla se, että satelliittien kehittämiseen on Venäjällä rajalliset resurssit ja ne on suurimmilta osin kohdennettu mahdollisesti tärkeämmiksi koettujen GLONASS- ja EKS-satelliittien kehitykseen. Osaltaan syynä voi olla, että vaikka satelliittitiedustelun suorituskyky on jäänyt laahaamaan, niin kykyä on kuitenkin pystytty pitämään edes auttavasti olemassa, jos ei muuten niin vanhan kaluston käytöllä. Venäläiset ovat osoittaneet kykynsä tuottaa halutessaan toimivia satelliittijärjestelmiä. Tästä on osoituksena GLONASS-järjestelmän saattaminen toimintakykyiseksi.

<sup>261</sup> Rautala (2014), s.4

<sup>262</sup> Ibid., s.5

<sup>263</sup> Arpiainen, Antti: Venäjän sotilasreformi, *Venäjän asevoimat muutoksessa - kohti 2030 lukua*. Kesseli, Pasi (toim.), Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisusarja 1, Tutkimuksia nro 5, Helsinki 2016, s. 94.

Tiedustelutoiminnan kannalta on edullista, että ilmasta tapahtuvan tiedustelun lavetit ovat saman johtoportaan alla, jolloin vähäisten resurssien käyttö voidaan suunnitella tehokkaammin ja tehtävään voidaan valita parhaiten sopiva tiedustelusensori. Yhteiskäyttöisten satelliittien ollessa avaruusjoukkojen operointivastuulla, voidaan myös niitä käyttää joustavasti, kuten Syyrian sota on osoittanut.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että Venäjän asevoimilla on mahdollisuus saavuttaa erittäin hyvä satelliittitiedustelun suorituskyky. Suorituskyvyn saavuttamiseen edellyttää aikaa ja taloudellisten resurssien suuntaamista kehitystyöhön. Asevoimien johtoportaiden uudelleenorganisointi lisää suorituskykyä satelliittitiedustelulla tuotetun tiedon hyödyntämiseen. Nähtäväksi jää nähdäänkö tällainen kehityskulku tulevaisuudessa.

## 4 YHDISTELMÄ

Tässä luvussa yhdistetään kahden edeltävän luvun johtopäätökset ja esitellään tutkimuksen tulokset. Luku on jaettu kahteen osaan, joista ensimmäisessä käsitellään tutkimuksen tulokset ja jälkimmäisessä tutkimukseen liittyvä pohdinta. Tutkimuksen tulosten analysointiin käytettiin SWOT-analyysiä ja analyysi on esitelty taulukossa 16. Tässä luvussa vastataan tutkimuksen pääkysymykseen *Miten Venäjän satelliittiedustelun suorituskyky on kehittynyt 1990-luvulta 2010-luvulle?*

Taulukko 16: SWOT analyysi

<b>Vahvuudet</b>	<b>Heikkoudet</b>
Organisaatio on saavuttanut tavoitellun muodon viimeisimmässä uudistuksessa	Tiedustelusatelliittien vähäinen määrä
Käytössä vain uutta digitaalista kalustoa	Tiedustelusatelliittien laatu ei vastaa vastaavia länsimaisia tiedustelusatelliitteja
Viimeisimmät laukaisut ovat olleet onnistuneita	Tekniset ongelmat eri järjestelmissä
<b>Mahdollisuudet</b>	<b>Uhat</b>
Kehitys ja rahoitusyhteistyö muiden maiden kanssa	Jatkuvien teknisien ongelmien johdosta rahoitus siirtyy muihin projekteihin
Tiedustelujärjestelmän kehittäminen on asevoimien kehityksen painopisteessä	Riittämätön sotilasteollinen kyky tuottaa riittävä määrä monipuolista kalustoa asevoimien käyttöön
Avaruusinfrastruktuurin kehitysprojekteja on saatu valmiiksi viime vuosina, mikä mahdollistaa rahoituksen lisääntymiseen	Länsimaisen siviilikaluston käyttömahdollisuuksien kiistäminen kriisiaikana
Siviilikäyttöön laukaistujen satelliittien käyttäminen sotilastoiminnan tukena	Tiedustelujärjestelmän kehittämiseen varatut resurssit käytetään jonkin muun sensorin kehittämiseen



## 4.1 Tulokset

Kuten johdannossa todettiin, Venäjä peri Neuvostoliitolta toimivan, mutta vanhentuneen satelliittitiedustelujärjestelmän. Venäläisten satelliittijärjestelmän on aiemmissa tutkimuksissa kuvattu olevan syvässä alemmuuden tilassa. Tutkimustulosten perusteella venäläiset ovat palauttaneet suorituskykynsä ja nostaneet sen uudelle tasolle. Vaikka venäläisten suorituskyky ei vastaa Yhdysvaltojen sotilastiedustelun suorituskykyä, vaan ennemminkin länsimaista kaupallista kalustoa, ei kansallisen suorituskyvyn merkitystä ole syytä väheksyä. Vain oman kaluston käytettävyyteen voidaan luottaa kriisitilanteessa.

Vanhasta filmikalustosta eroon pääsy nopeuttaa satelliittitiedustelujärjestelmillä saatavan tiedustelutiedon käytettävyyttä ja täten monipuolistaa kohteita, johon satelliittitiedustelua kannattaa kohdentaa. Aiemmin tiedustelu kannatti suunnata vain kiinteitä kohteita vastaan, mutta reaaliaikaisen tiedonsiirron aikana satelliittitiedustelua voidaan käyttää nopeatempoisempaan maalittamiseen, kuten esimerkiksi Syyrian sodasta osoittavat.

Monisensorikyvyn saavuttaminen ja sensoritarkkuuksien parantuminen mahdollistavat toiminnan aiempaa haastavammissa ja monipuolisemmissa olosuhteissa. Myös mahdolliset vastatoimet satelliittitiedustelua vastaan vaikeutuvat, kun käytössä on eri sensoriperheitä. Kuvaus- ja tutkatiedustelua vastaan voi suojautua osittain samoin keinoin, esimerkiksi maastoa hyväksikäyttäen, mutta aina se ei ole mahdollista. Naamioverkot voivat toimia näkyvän valon alueella, mutta eivät lähi-infrapuna-alueella tai tutkien käyttämällä radiotaajuuksilla. Monien eri sensorien samanaikainen käyttömahdollisuus mahdollistaa myös parhaan työkalun valitsemisen tehtävää varten.

Tiedustelusensorien määrällä ja tyyppillä on myös merkitystä vastatoimia suunnitellessa. On paljon helpompaa suunnitella vastatoimet vain yhtä filmiä käyttävää kuvaussatelliittia, kuin digitaalista tiedonsiirtoa käyttävien elektro-optisten satelliittien konstellaatiota vastaan. Aiemmin riitti, että kohde ei ollut paikallaan enää vuorokauden päästä, mutta nykyaikana kohteen voi ylittää useampi satelliitti saman päivän aikana ja tieto siirtyy välittömästi sen käyttäjälle.

Toisin kuin venäläisten tiedusteluorganisaatiot, jotka ovat saaneet ainakin julkisten lähteiden perusteella olla organisaatiomuutosten ulkopuolella, on avaruusjoukkojen organisaatio vaihtunut useasti Venäjän olemassaolon aikana. Osia tehdyistä ratkaisuksista on vaikea ymmärtää jälkikäteen, mutta toisaalta kaikkien päätösten perusteita ei olekaan ollut tarkoituksenmukaista selvittää tässä tutkimuksessa. Kaikesta huolimatta, käytetyn lähdeaineiston perusteella tämän hetkinen organisaatio on se, mitä uudistuksilla haettiin.

Venäläisten ongelmana on edelleen laitteiden matala luotettavuus. Kaikkiin uusiin projekteihin on liittynyt teknisiä ongelmia, eikä niitä kaikkia ole saatu ratkaistua. Viimeisimpien projektien kohdalla ensimmäisen laukaisun jälkeen on ollut pidempi tauko, jota voidaan olettaa käytetyn ensimmäisissä laukaisuissa havaittujen ongelmien korjaamiseen. Näistä tauoista huolimatta osa myöhemmin laukaistuista laveteista ovat kärsineet teknisistä ongelmista.. Projekteista ei ole kuitenkaan luovuttu kuten aiemmin. Historia on kuitenkin toistanut itseään, sillä tavallinen toimintatapa esimerkiksi kuvaustiedustelusatelliittien osalta on ollut laukaista pari kolme satelliittia ja sen jälkeen uutisoida, että projekti lopetetaan ja kohta tulee uudempi ja parempi projekti, joka koee saman kohtalon.

Täysin uutta lähestymistapaa edustaa yhteistyö muiden maiden kanssa. Valtiollisella tasalla tässä toiminnassa ei ole mitään uutta, onhan Venäjä tehnyt esimerkiksi Intian kanssa pitkään yhteistyötä hävittäjien ja sotalaivojen kanssa. Venäläiset halunnevat pitää kiinni mahdollisuudesta omia suorituskykyjään ulkomaisella rahalla.

## 4.2 Pohdinta

Tämä tutkimus nostaa esille jatkotutkimustarpeita sotatekniikan, strategian sekä operaatiotaidon ja taktiikan oppiaineissa. Sotatekniikan tutkijalle olisi paljonkin tutkittavaa muun muassa ilmoitettujen resoluutioiden tarkkuuksien tarkastelussa matemaattisin mallein. Operaatiotaidon ja taktiikan alalla tutkimusaiheita olisivat esimerkiksi omien joukkojen toiminta satelliittitiedustelun vaikutuspiirissä tai satelliittitiedustelun harhauttaminen osana muita harhautusoperaatioita. Strategian opiskelijalle sopiva aihe olisi ministeriöiden välisen tiedusteluyhteistyön tutkiminen.

Tutkimuksen haasteena oli tutkittavaan aiheeseen liittyvä salassapito, joten primäärlähteiden käyttö ei ollut mahdollista. Monia mielenkiintoisia näkökulmia tai kysymyksiä jouduttiin rajaamaan pois tutkimuksen edetessä, koska julkista lähdemateriaalia ei ollut saatavilla. Yksi jatkotutkimusmahdollisuus olisi tutkia samaa aihetta, tai täydentää nyt tehtyä työtä, käyttäen kaikki mahdollisia lähteitä, jolloin työ muuttuisi turvaluokitelluksi.

Työn lähdeaineistossa olevien suorituskkyjen todentaminen on käytetyillä tutkimusmenetelmillä mahdotonta; tosin se ei edes ollut tutkimuksen tavoitteena. Lähdeaineiston osittainen homogeenisyys aiheuttaa tutkimuksen tuloksiin systemaattisen virheen riskin.

Tutkimukseen valittujen laadullisten tutkimusmenetelmien käyttö laskee tutkimuksen tulosten toistettavuutta, koska menetelmä perustuu tutkijan tekemiin päätelmiin. Toisaalta samaa lähdeaineistoa ja tutkimusmenetelmiä käyttäen tehty tutkimuksen toisinto kehittäisi keskustelua aiheen ympäriltä ja laajentaisi näkökulmia.

# LÄHTEET

## 1 JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET

### 1.1 Puolustusvoimien asiakirjat

Maanpuolustuskorkeakoulun opintoasiainosaston ohje: *Sotatieteelliset opinnäytetyöt ja harjoitustyön laadinta*, 10.11.2015/AL18370.

### 1.2 Opinnäytteet

Gustafsson, Sami-Petteri: *Venäläisen kuvaussatelliittitiedustelun suorituskyky*. 81. merikadettikurssin kandidaatintutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2014.

Halme, Markus: *Satelliittien hyödyntäminen merialueen valvonnassa*. 79. merivoimien kadettikurssin kandidaatintutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2012

Lipsonen, Saku: *Lentotukikohdan kuvaustiedustelu tiedustelusatelliitilla ja lentokoneella*. Ilmavoimien kadettikurssi 91, Maanpuolustuskorkeakoulu 2008.

Pursiainen, Pessi: *Satelliittien hyödyntäminen merialueen valvonnassa*. 78. merikadettikurssin kandidaatintutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2001, käyttö rajoitettu, ST IV.

Rusila, Tuomo: *Kaupallisten kaukokartoitussatelliittien käyttö kuvaustiedustelussa*. 87. maavoimien kadettikurssin pro gradu -tutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2004.

Säkkinen, Jarmo: *SAR-satelliittien hyödyntäminen merivalvonnassa*. Esiupseerikurssi 63:n tutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2011.

Tolvanen, Pasi: *SAR-satelliittien sotilaalliset käyttömahdollisuudet Suomessa*. Esiupseerikurssi 60:n tutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2008.

Vallius, Pauli: *SATELLIITTITIEDUSTELU – Kuvaussatelliittien kehitys*. 93. maavoimien kadettikurssin kandidaatintutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu 2009.

## 2 JULKAISTUT LÄHTEET

### 2.1 Tutkimukset ja opinnäytteet

Huttunen, Mika & Olli, Petri: *Avaruuden hyväksikäyttö sotilasoperaatioissa - venäläinen näkemys*. Maanpuolustuskorkeakoulun Taktiikanlaitoksen julkaisusarja 3, 3/2002

Kesseli, Pasi (toim.): *Venäjän asevoimat muutoksessa – kohti 2030-lukua*. Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisusarja 1, Tutkimuksia nro 5, Helsinki 2016. [[http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/124407/Ven%c3%a4j%c3%a4%202035\\_verkko\\_versio.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/124407/Ven%c3%a4j%c3%a4%202035_verkko_versio.pdf?sequence=2&isAllowed=y)]

Rautala, Ari: *Venäjän sotilasreformi - asevoimien uusi ilme*. Maanpuolustuskorkeakoulun strategianlaitoksen julkaisusarja 4: Työpapereita No 51, Juvenes Print, Tampere 2014.

Salminen, Esa: *Satelliittien hyväksikäyttö puolustusvoimissa*. Maanpuolustuskorkeakoulu, Sotataidon laitos, Julkaisusarja 1: Tutkimuksia No: 8, Oy Edita Ab, Helsinki 2000.

Saarelainen, Jorma; Georgij Alafuzoff, Paavo Heiskanen, Vesa Tynkkynen, Mika Hyytiäinen, Tapani Hämäläinen ja Jussi Metteri: *Venäjän asevoimat 2000-luvun alussa*, Maanpuolustuskorkeakoulun Taktiikan laitoksen julkaisusarja 2, Hakapaino Oy, Helsinki 1999.

### 2.2 Kirjallisuus

Heuer Jr., Richard J. & Randolph H. Pherson: *Structured analytic techniques for intelligence analysis, Second edition*. CQ Press, Yhdysvallat 2015.

Huttunen, Mika & Jussi Metteri (toim.): *Ajatuksia operaatiotaidon ja Sotataidon laadullisesta tutkimuksesta*. Maanpuolustuskorkeakoulun Taktiikan laitoksen julkaisusarja 2, Edita Prima Oy, Helsinki 2008.

Kosola, Jyri & Tero Solanne: *Digitaalinen taistelukenttä*. Maanpuolustuskorkeakoulun sotatekniikanlaitoksen julkaisusarja 1 no 35, Helsinki 2013.

## 2.3 Artikkelit

Agentura.ru: *FSB Reform Changes Are Few and Far between.* [<http://www.agentura.ru/english/press/about/jointprojects/mn/fsbreform/>], luettu 3.2.2018.

Arpiainen, Antti: Venäjän sotilasreformi, *Venäjän asevoimat muutoksessa - kohti 2030 lukua.* Kesseli, Pasi (toim.), Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisusarja 1, Tutkimuksia nro 5, Helsinki 2016

Bennett, Gordon: *The SVR - Russia's Intelligence Service.* [<https://fas.org/irp/world/russia/svr/c103-gb.htm>], luettu 3.2.2018

Clark, Stephen: *First launch from Russia's new cosmodrome declared a success.* [<https://spaceflightnow.com/2016/04/28/first-launch-from-russias-new-cosmodrome-declared-a-success/>], Spaceflight Now, luettu 3.2.2018

Eremenko, Alexey & Smith, Alexander: *Vostochny Cosmodrome: Russian Space Project Isn't Going to Plan.* [<https://www.nbcnews.com/science/space/vostochny-cosmodrome-russian-space-project-isn-t-going-plan-n618846>], NBC News, luettu 3.2.2018

Federation of American Scientists: *Organization of the Main Intelligence Administration (GRU) Glavnoye Razvedyvatelnoye Upravlenie (GRU).* [<https://fas.org/irp/world/russia/gru/org.htm>], luettu 3.2.2018

Federation of American Scientists: *VKS - Russian and Soviet Space Agencies.* [<https://web.archive.org/web/20111123131940/http://www.fas.org/spp/guide/russia/agency/vks.htm>], luettu 3.2.2018

Helsingin sanomat: *Venäjän vastine GPS-paikannusjärjestelmälle lähes valmis.* [<https://www.hs.fi/ulkomaat/art-2000002506638.html>], luettu 3.2.2018

Hendrickx, Bart: *Snooping on Radars: A History of Soviet/Russian Global Signals Intelligence Satellites.* [<http://www.bis-space.com/belgium/wp-content/uploads/2015/05/radars.pdf>], luettu 10.12.2016

Honkova, Jana: *The Russian Federation's Approach to Military Space and Its Military Space Capabilities*. [<http://marshall.org/wp-content/uploads/2013/11/Russian-Space-Nov-13.pdf>], luettu 10.12.2016

IHS Jane's Intelligence Review: *Russia encounters hurdles in satellite development and expansion*.

[[http://www.janes.com/images/assets/764/71764/Russia\\_encounters\\_hurdles\\_in\\_satellite\\_development\\_and\\_expansion.pdf](http://www.janes.com/images/assets/764/71764/Russia_encounters_hurdles_in_satellite_development_and_expansion.pdf)], luettu 1.9.2017

Iivonen, Antti: Venäjän sotilasreformi ja sen toteutumisen näkymät, *Venäjän asevoimat 2000-luvun alussa*. Toimituskunta: Saarelainen, Jorma; Georgij Alafuzoff, Paavo Heiskanen, Vesa Tynkkynen, Mika Hyytiäinen, Tapani Hämäläinen ja Jussi Metteri Maanpuolustuskorkeakoulun Taktiikan laitoksen julkaisusarja 2, Hakapaino Oy, Helsinki 1999

Ivanov Yuri: *Three advanced early warning radars enter service in Russia*. [<http://tass.com/defense/981965>], TASS, luettu 3.2.2018

Jyväskylän yliopiston Koppa: *Menetelmäpolku*. [<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku>], luettu 3.2.2018

Karttunen, Hannu; Ursa ja Tuorlan observatorio: *Kiertoaika*. [<http://www.astro.utu.fi/zubi/sphere/period.htm>], luettu 7.2.2018.

Kopp, Carlo: *Almaz-Antey 40R6 / S-400 Triumph Self Propelled Air Defence System / SA-21 Самоходный Зенитный Ракетный Комплекс 40P6 / C-400 «Триумф»*. [<http://www.ausairpower.net/APA-S-400-Triumph.html#mozTocId745598>], luettu 3.2.2018

Krebs, Gunter: *AngoSat 1*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/angosat-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/angosat-1.htm)], luettu 3.2.2018

Krebs, Gunter: *Almaz-T (Resurs-R, 11F668)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/almaz-t.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/almaz-t.htm)], luettu 10.12.2016

Krebs, Gunter: *Araks-N 1, 2 (11F664)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/araks.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/araks.htm)], luettu 10.12.2016

- Krebs, Gunter: *Bars-M (14F148)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/bars-m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/bars-m.htm)], luettu 1.9.2017
- Krebs, Gunter: *EgyptSat 2 (MisrSat 2)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/egyptsat-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/egyptsat-2.htm)], luettu 3.2.2017
- Krebs, Gunter: *Kondor*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/kondor-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/kondor-1.htm)], luettu 10.12.2016.
- Krebs, Gunter: *Kondor-E*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/kondor-e-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/kondor-e-1.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Lotos (14F145)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/lotos.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/lotos.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Lotos-S (14F138)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/lotos-s.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/lotos-s.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Luch (Olimp-K)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/olimp-k.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/olimp-k.htm)], luettu 5.5.2017
- Krebs, Gunter: *Military Spacecraft - USSR - Russia*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/directories/sat\\_mil\\_ussr\\_russia.htm](http://space.skyrocket.de/directories/sat_mil_ussr_russia.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Nemesis 1, 2 (PAN, CLIO / P360)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/nemesis-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/nemesis-1.htm)], luettu. 7.2.2018.
- Krebs, Gunter: *Orion 5, 6, 7, 8, 9*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/orion-5\\_nro.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/orion-5_nro.htm)], luettu 7.2.2018.
- Krebs, Gunter: *Orlets-1 (Don, 17F12)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/orlets-1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/orlets-1.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Orlets-2 (Yenisey, 17F113)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/orlets-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/orlets-2.htm)], luettu 10.12.2016



Krebs, Gunter: *Persona (Kvarts, 14F137)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/persona.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/persona.htm)], luettu 1.9.2017

Krebs, Gunter: *Pion-NKS (14F139)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/pion-nks.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/pion-nks.htm)], luettu 10.12.2016

Krebs, Gunter: *Razdan (14F156)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/razdan.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/razdan.htm)], luettu 1.9.2017

Krebs, Gunter: *Uragan-K1 (GLONASS-K1)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/uragan-k1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/uragan-k1.htm)], luettu 5.5.2017

Krebs, Gunter: *Trumpet 1, 2, 3*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/trumpet.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/trumpet.htm)], luettu 7.2.2018.

Krebs, Gunter: *Tselina-2 (11F644)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-2.htm)], luettu 10.12.2016

Krebs, Gunter: *Tselina-D (11F619, Ikar)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-d.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-d.htm)], luettu 10.12.2016

Krebs, Gunter: *Tselina-O (11F616)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-o.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-o.htm)], luettu 10.12.2016

Krebs, Gunter: *Tselina-R (11F619M)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tselina-r.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tselina-r.htm)], luettu 10.12.2016

Krebs, Gunter: *Tundra (EKS, 14F142)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/tundra.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/tundra.htm)], luettu 3.2.2018

Krebs, Gunter: *US-P*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/us-p.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/us-p.htm)], luettu 10.12.2016

Krebs, Gunter: *US-PM (US-PU)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/us-pm.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/us-pm.htm)], luettu 10.12.2016

- Krebs, Gunter: *Yantar-1KFT (Kometa, Siluet, 11F660)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-1kft.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-1kft.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Yantar-4K2 (Kobalt, 11F695)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4k2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4k2.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Yantar-4K2M (Kobalt-M, 11F695M)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4k2m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4k2m.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Yantar-4KS1 (Terilen, 11F694)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4ks1.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4ks1.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Yantar-4KSIM (Neman, 17F117)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/Yantar-4ks1m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/Yantar-4ks1m.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Zenit-2 (11F61)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-2.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-2.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Zenit-2M (Gektor, 11F690)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-2m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-2m.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Zenit-2M-NKh (Gektor-Priroda, 11F690)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-2mnkh.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-2mnkh.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Zenit-4 (11F69)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-4.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-4.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Zenit-4M (Rotor, 11F691)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-4m.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-4m.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Zenit-4MK (Germes, 11F692)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-4mk.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-4mk.htm)], luettu 10.12.2016
- Krebs, Gunter: *Zenit-4MKM (Gerakl, 11F692M)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-4mkm.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-4mkm.htm)], luettu 10.12.2016

Krebs, Gunter: *Zenit-4MKT (Fram, 11F635)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-4mkt.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-4mkt.htm)], luettu 10.12.2016

Krebs, Gunter: *Zenit-4MT (Orion, 11F629)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-4mt.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-4mt.htm)], luettu 10.12.2016

Krebs, Gunter: *Zenit-6U (Argon, 11F645)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-6u.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-6u.htm)], luettu 10.12.2016

Krebs, Gunter: *Zenit-8 (Oblik, 17F116)*. Gunter's Space Page, [[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/zenit-8.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/zenit-8.htm)], luettu 10.12.2016

Lalu, Petteri: Venäläinen sodan kuva, *Venäjän asevoimat muutoksessa - kohti 2030 lukua*. Kesseli, Pasi (toim.), Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisusarja 1, Tutkimuksia nro 5, Helsinki 2016, s. 33–60.

Ministry of Defence of the Russian Federation: *Aerospace Forces*. [<http://eng.mil.ru/en/structure/forces/aerospace.htm>], luettu 3.2.2018

Ministry of Defence of the Russian Federation: *Space Forces*. [<http://eng.mil.ru/en/structure/forces/cosmic.htm>], luettu 3.2.2018

Министерство обороны Российской Федерации (Минобороны России): *Опτικο-электронный комплекс «Окно» Министерство обороны Российской Федерации*. [<https://structure.mil.ru/structure/forces/cosmic/weapons/more.htm?id=10342893@morfMilitaryModel>], luettu 3.2.2018

NBC News: *Vostochny Cosmodrome Russian Space Project Isn't Going to Plan*. [<https://www.nbcnews.com/science/space/vostochny-cosmodrome-russian-space-project-isnt-going-plan-n618846>], luettu 3.2.2018.

Pukkila, Janne; Heikki Rahikainen, Lauri Oksa & Mikko Saarelainen: Venäjän asevoimien erikoisjoukot ja niiden kehitysnäkymät, *Venäjän asevoimat muutoksessa - kohti 2030 lukua*. Kesseli, Pasi (toim.), Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisusarja 1, Tutkimuksia nro 5, Helsinki 2016

Soldatov, Andrei *FSB Reform: Changes Are Few and Far between.*  
[<http://www.agentura.ru/english/press/about/jointprojects/mn/fsbreform/>], luettu 3.2.2018

Spaceflight Now: *First launch from Russia's new cosmodrome declared a success.*  
[<https://spaceflightnow.com/2016/04/28/first-launch-from-russias-new-cosmodrome-declared-a-success/>], luettu 3.2.2018.

Space Mart: *Russian satellite system official sacked.*  
[[http://www.spacemart.com/reports/Russian\\_satellite\\_system\\_official\\_sacked\\_999.html](http://www.spacemart.com/reports/Russian_satellite_system_official_sacked_999.html)],  
luettu 3.2.2018

Space Travel: *Russia To Conduct Half Of Carrier Rocket Launches From Far East By 2020.*  
[[http://www.space-travel.com/reports/Russia\\_To\\_Conduct\\_Half\\_Of\\_Carrier\\_Rocket\\_Launches\\_From\\_Far\\_East\\_By\\_2020\\_999.html](http://www.space-travel.com/reports/Russia_To_Conduct_Half_Of_Carrier_Rocket_Launches_From_Far_East_By_2020_999.html)], luettu 3.2.2018

Spaceflight101.com: *Liana Electronic Intelligence Program.*  
[<http://spaceflight101.com/spacecraft/liana-electronic-intelligence-program/>], luettu 5.5.2017

Sputnik International: *Russia's 'Liana' Satellites Can Keep an Eye on Ships, Subs or Even Fishing Boats.* [<https://sputniknews.com/military/201701141049601090-russia-liana-satellite-network-details/>], luettu 5.5.2017

Sputnik International: *Russia to sink \$170 mln into Plesetsk space center.*  
[<https://sputniknews.com/russia/20110907166507393/>], luettu 3.2.2018

Sputnik International: *Russia Works on New-Generation Space Radio Intelligence System - MoD.* [<https://sputniknews.com/military/201701101049431322-space-radio-intelligence-system/>], luettu 5.5.2017

Suomisanakirja.fi: *konstellaatio.* [<https://www.suomisanakirja.fi/konstellaatio>], luettu 7.2.2018.

The Guardian: *China accuses US of double standards over satellite strike,*  
[<https://www.theguardian.com/science/2008/feb/21/spaceexploration.usa>], luettu 7.2.2018.

The Guardian: *How the Serb army escaped Nato.*  
[<https://www.theguardian.com/world/2000/mar/09/balkans1>], luettu 7.2.2018.

Tähtinen, Janne: Venäjän asevoimien kokemukset viimeaikaisista sodista. *Venäjän asevoimat muutoksessa - kohti 2030 lukua.* Kesseli, Pasi (toim.), Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisusarja 1, Tutkimuksia nro 5, Helsinki 2016, s. 3-30.

Tähtitieteellinen yhdistys Ursa: *Missä satelliitit ovat?*  
[<https://www.ursa.fi/wiki/SatelliittiOpas/Korkeus>], luettu 7.2.2018.

Tähtitieteellinen yhdistys Ursa: *Satelliitin radan ominaisuuksia.*  
[<https://www.ursa.fi/wiki/SatelliittiOpas/Radat>], luettu 7.2.2018.

Tähtitieteellinen yhdistys Ursa: *Satelliitin radalla pysymisen aika.*  
[<https://www.ursa.fi/wiki/SatelliittiOpas/Radalla>], luettu 7.2.2018.

Uotinen, Marko; Kimmo Alesmaa, Riku Hartikainen, Lauri Kajava, Kimmo Ruotsalainen, Kimmo Sirniö & Ta-ru Takamaa: Venäläisestä sotilasjohtamisesta – johtosuhteet ja organisaatiomuutokset 2000-luvulla. *Venäjän asevoimat muutoksessa - kohti 2030 lukua.* Kesseli, Pasi (toim.), Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisusarja 1, Tutkimuksia nro 5, Helsinki 2016, s.119.

Wade, Mark: *Almaz-T.* [<http://www.astronautix.com/a/almaz-t.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *Arkon-1.* [<http://www.astronautix.com/a/arkon-1.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *Orlets-1.* [<http://www.astronautix.com/o/orlets-1.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *Orlets-2.* [<http://www.astronautix.com/o/orlets-2.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *Tselina.* [<http://www.astronautix.com/t/tselina.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *Tselina-O.* [<http://www.astronautix.com/t/tselina-o.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *US-P.* [<http://www.astronautix.com/u/us-p.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *US-PU.* [<http://www.astronautix.com/u/us-pu.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *Yantar*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *Yantar-1KFT*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-1kft.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *Yantar-2K*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-2k.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *Yantar-4K2*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-4k2.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *Yantar-4K2M (Kobalt-M, 11F695M)*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-4k2mbalt-m11f695m.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *Yantar-4KS1*. [<http://www.astronautix.com/y/Yantar-4ks1.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *Zenit-8*. [<http://www.astronautix.com/z/zenit-8.html>], luettu 10.12.2016

Wade, Mark: *Zenit satellite*. [<http://www.astronautix.com/z/zenitsatellite.html>], luettu 10.12.2016

Wikipedia: *Orbital inclination*. [[https://en.wikipedia.org/wiki/Orbital\\_inclination](https://en.wikipedia.org/wiki/Orbital_inclination)], luettu 7.2.2018.

Wikipedia: *High Earth orbit*. [[https://en.wikipedia.org/wiki/High\\_Earth\\_orbit](https://en.wikipedia.org/wiki/High_Earth_orbit)], luettu 7.2.2018.

Wikipedia: *Medium Earth orbit*. [[https://en.wikipedia.org/wiki/Medium\\_Earth\\_orbit](https://en.wikipedia.org/wiki/Medium_Earth_orbit)], luettu 7.2.2018.

Wikipedia: *Retrograde and prograde motion*. [[https://en.wikipedia.org/wiki/Retrograde\\_and\\_prograde\\_motion](https://en.wikipedia.org/wiki/Retrograde_and_prograde_motion)], luettu 7.2.2018.

Wikipedia: *Russian Space Forces*. [[https://en.wikipedia.org/wiki/Russian\\_Space\\_Forces](https://en.wikipedia.org/wiki/Russian_Space_Forces)], luettu 3.2.2018.

- Wolff, Christian: *Waves and Frequency Ranges*.  
[<http://www.radartutorial.eu/07.waves/Waves%20and%20Frequency%20Ranges.en.html>]  
luettu 7.4.2018
- Yuzhnoe design office: *Electronic surveillance spacecraft*.  
[<http://www.yuzhnoye.com/en/company/history/electronic-surveillance-spacecraft.html>],  
luettu 6.6.2017
- Zak, Anatoly: *Almaz-T spacecraft*. RussianSpaceWeb.com,  
[<http://www.russianspaceweb.com/almazt.html>], luettu 10.12.2016
- Zak, Anatoly: *Araks (11F664) military spacecraft*. RussianSpaceWeb.com,  
[<http://www.russianspaceweb.com/araks.html>], luettu 10.12.2016
- Zak, Anatoly: *Bars-M: Russia's first digital cartographer*. RussianSpaceWeb.com,  
[<http://www.russianspaceweb.com/bars-m.html>], luettu 1.9.2017
- Zak, Anatoly: *Vostochny (formerly Svobodny) Cosmodrome*. RussianSpaceWeb.com,  
[<http://www.russianspaceweb.com/svobodny.html>], luettu 3.2.2018
- Zak, Anatoly: *EgyptSat-2 spy satellite*. RussianSpaceWeb.com,  
[<http://www.russianspaceweb.com/egyptsat2.html>], luettu 3.2.2018
- Zak, Anatoly: *Kondor (14F133) satellite*. RussianSpaceWeb.com,  
[<http://www.russianspaceweb.com/kondor.html>], luettu 10.12.2016.
- Zak, Anatoly: *Lotos-S spacecraft for the Liana system*. RussianSpaceWeb.com,  
[<http://www.russianspaceweb.com/liana.html>], luettu 10.12.2016
- Zak, Anatoly: *Persona (14F137) spy satellite*. RussianSpaceWeb.com,  
[<http://www.russianspaceweb.com/persona.html>], luettu 1.9.2017
- Zak, Anatoly: *Proton successfully returns to flight delivering a secret Olymp satellite*. RussianSpaceWeb.com, [<http://www.russianspaceweb.com/olymp.html>], luettu 5.5.2017

Zak, Anatoly: *Spacecraft: Military: Kondor.* RussianSpaceWeb.com,  
[<http://www.russianspaceweb.com/kondor.html>], luettu 10.12.2016.

Zak, Anatoly: *Spacecraft: Military: Tselina.* RussianSpaceWeb.com,  
[<http://www.russianspaceweb.com/tselina.html>], luettu 10.12.2016.

Zak, Anatoly: *Tselina electronic intelligence spacecraft.* RussianSpaceWeb.com,  
[<http://www.russianspaceweb.com/tselina.html>], luettu 10.12.2016.

Zak, Anatoly: *US-A and US-P military satellites.* RussianSpaceWeb.com,  
[<http://www.russianspaceweb.com/us.html>], luettu 10.12.2016.

Zak, Anatoly: *Yantar-1KFT (Kometa).* RussianSpaceWeb.com,  
[<http://www.russianspaceweb.com/Yantar-1kft-kometa.html>], luettu 10.12.2016.

#### 2.4 Muut julkaistut lähteet

N2YO.COM: *COSMOS 2344 Satellite details 1997-028A NORAD 24827.*  
[<https://www.n2yo.com/satellite/?s=24827>], luettu 1.9.2017

N2YO.COM: *COSMOS 2392 Satellite details 2002-037A NORAD 27470.*  
[<http://www.n2yo.com/?s=27470>], luettu 1.9.2017

N2YO.COM: *COSMOS 2441 Satellite details 2008-037A NORAD 33272.*  
[<https://www.n2yo.com/satellite/?s=33272>], luettu 1.9.2017.

N2YO.COM: *COSMOS 2455 Satellite details 2009-063A NORAD 36095.*  
[<https://www.n2yo.com/satellite/?s=36095>], luettu 1.9.2017

N2YO.COM: *COSMOS 2486 Satellite details 2013-028A NORAD 39177.*  
[<http://www.n2yo.com/satellite/?s=39177>], luettu 1.9.2017

N2YO.COM: *COSMOS 2487 Satellite details 2013-032A NORAD 39194.*  
[<http://www.n2yo.com/satellite/?s=39194>], luettu 1.9.2017



N2YO.COM: *COSMOS 2502 Satellite details 2014-086A NORAD 40358*,  
[<https://www.n2yo.com/satellite/?s=40358>], luettu 1.9.2017

N2YO.COM: *COSMOS 2503 Satellite details 2015-009A NORAD 40420*.  
[<http://www.n2yo.com/satellite/?s=40420>], luettu 1.9.2017

N2YO.COM: *COSMOS 2506 Satellite details 2015-029A NORAD 40699*.  
[<https://www.n2yo.com/satellite/?s=40699>], luettu 1.9.2017

N2YO.COM: *COSMOS 2515 (BARS-M 2) Satellite details 2016-020A NORAD 41394*.  
[<http://www.n2yo.com/satellite/?s=41394>], luettu 1.9.2017

N2YO.COM: *COSMOS 2524 Satellite details 2017-076A NORAD 43032*.  
[<https://www.n2yo.com/satellite/?s=43032>], luettu 1.9.2017

N2YO.COM: *KONDOR E Satellite details 2014-084A NORAD 40353*.  
[<http://www.n2yo.com/satellite/?s=40353>], luettu 1.9.201

N2YO.COM: *LIVE REAL TIME SATELLITE TRACKING AND PREDICTIONS COSMOS  
2502 COSMOS 2455 COSMOS 2524*. [<https://www.n2yo.com/?s=40358|36095|43032>], luettu  
1.9.2017.

N2YO.COM: *LIVE REAL TIME SATELLITE TRACKING AND PREDICTIONS COSMOS  
2506 COSMOS 2486*. [<http://www.n2yo.com/?s=40699|39177>], luettu 1.9.2017.

N2YO.COM: *LIVE REAL TIME SATELLITE TRACKING AND PREDICTIONS COSMOS  
2515 (BARS-M 2) COSMOS 2503*. [<http://www.n2yo.com/?s=41394|40420>], luettu 1.9.2017.

N2YO.COM: *LIVE REAL TIME SATELLITE TRACKING AND PREDICTIONS KONDOR E  
COSMOS 2487*, [<http://www.n2yo.com/?s=40353|39194>], luettu 1.9.2017

N2YO.COM: *LUCH (OLYMP) Satellite details 2014-058A NORAD 40258*.  
[<https://www.n2yo.com/satellite/?s=40258>], luettu 1.9.2017 sekä 10.3.2018.

N2YO.COM: *Tselina satellites*, [<https://www.n2yo.com/satellites/?c=44>], luettu 6.6.2017

NPO Mashinostroyenia: *CONDOR-E Small Spacecraft with a synthetic aperture radar*.  
[[http://www.npomash.ru/activities/images/radio\\_en.pdf](http://www.npomash.ru/activities/images/radio_en.pdf)], luettu 10.12.2016